

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA EKONOMICKÁ**

Diplomová práce

**Analýza provozních nákladů kotlů s fluidním spalováním v
ČEZ a. s., elektrárna Tisová**

**Operating cost analysis of fluidized bed combustion boilers at
Tisová power plant operated by ČEZ a. s.**

Bc. Michal Kmošek

Plzeň 2015

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma:

Analýza provozních nákladů kotlů s fluidním spalováním v ČEZ a. s., elektrárna Tisová

vypracoval samostatně pod odborným dohledem vedoucího diplomové práce za použití pramenů uvedených v příložené bibliografii.

V Plzni, dne 10. 12. 2015

.....

podpis autora

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat zejména pí. **Ing. Jitce ZBORKOVÉ, Ph. D.**, za odborné vedení a přínosné podněty, které pomohly obohatit tuto práci. Dále bych chtěl poděkovat všem zaměstnancům Elektrárny Tisová a. s., kteří mi poskytli pomoc při zpracování této práce.

Obsah

Úvod	6
1. Metodika a cíle práce	7
2. Náklady	8
2.1. Klasifikace nákladů	9
2.2. Přiřazení nákladů objektu	14
3. Nákladové kalkulace	16
3.1. Kalkulační metody.....	19
3.2. Nákladové kalkulace v energetice	22
4. Hospodářská střediska.....	26
4.1. Rozdělení nákladových středisek z hlediska alokace nákladů v ČEZ.....	27
5. Charakteristika vybraného podniku	30
6. Fungování trhu s elektrickou energií.....	33
7. Technologie fluidního spalování.....	38
8. Identifikace klíčových nákladových ukazatelů	41
8.1. Proměnné náklady	42
8.2. Stálé náklady.....	56
9. Skutečné provozní náklady kotlů s fluidním spalováním K11 a K12.....	63
10. Použití frekvenčních měničů při úspoře provozních nákladů	68
11. Hodnocení a závěr.....	78
Použité zdroje.....	82
Seznam tabulek	84
Seznam obrázků	85
Seznam použitých zkratk.....	86
Seznam příloh.....	87

Úvod

Na současném silně konkurenčním evropském trhu s elektrickou energií lze vysledovat několik nových vývojových tendencí, díky kterým by současná podoba trhu mohla v budoucnu doznat zásadních změn. Jedná se zejména o neustálou změnu regulačních pravidel a evropské legislativy z oblasti výroby a distribuce elektrické energie, která ve svém důsledku způsobuje postupné selhávání trhu. Masivní a z části neřízená podpora obnovitelných zdrojů zcela pokrývá trh se silovou elektřinou. V minulosti byl cílem celoevropský liberalizovaný trh s elektřinou, která by se vyráběla tam, kde by byly náklady na její výrobu nejnižší. Skutečnost je však taková, že silně dotované obnovitelné zdroje vytlačují z trhu klasickou výrobu. V důsledku těchto dotací je i přes klesající cenu silové elektrické energie, zvyšována cena pro koncového zákazníka.

Nově se začínají prosazovat některé moderní technologie z oblasti tzv. decentralizované energetiky (lokální zdroje, municipální energetická hospodářství), které rapidně snižují investiční náklady výroby elektrické energie z obnovitelných zdrojů. Technologie se stává cenově dostupnou i pro drobné spotřebitele, u kterých roste zájem o nahrazování spotřeby elektrické energie ze sítě vlastní vyrobenou elektrickou energií. To s sebou přináší další možný pokles poptávky po elektrické energii a s ním spojené snižování ceny.

Evropská i tuzemská legislativa v oblasti ochrany ovzduší a životního prostředí neustále zpřísňuje emisní limity pro provoz klasických uhelných zdrojů elektrické energie. Snaha vyhovět těmto limitům znamená rostoucí objem investičních nákladů do technologií pro úpravu a čištění plyných i pevných produktů hoření vznikajících při spalování fosilních paliv. Výhledově je možné, že některé zdroje ve výrobním portfoliu Skupiny ČEZ přestanou tyto přísné limity splňovat, nebo se penalizace za jejich překračování negativně promítne do výše jejich provozních nákladů. To by znamenalo zvýšení ceny elektrické energie produkované klasickými zdroji a pokles jejich konkurenceschopnosti na energetickém trhu.

Všechny výše uvedené skutečnosti vytváří rostoucí tlak na výrobce elektrické energie produkované v klasických uhelných elektrárnách a to zejména v oblasti sledování a optimalizace provozních nákladů. Tyto náklady totiž nejvíce promlouvají do tvorby konečné ceny produkce a stávají se jedním z klíčových parametrů úspěchu jednotlivých producentů elektrické energie na silně konkurenčním evropském energetickém trhu.

1. Metodika a cíle práce

Tato diplomová práce s názvem „**Analýza provozních nákladů kotlů s fluidním spalováním v ČEZ a. s., elektrárna Tisová**“ je členěna do několika základních částí. Úvodní část obsahuje informace získané studiem dostupných zdrojů a odborné literatury. Definiuje a strukturuje podnikové náklady, nastiňuje některé základní metody kalkulace nákladů, přibližuje specifika nákladových kalkulací v oblasti výroby elektrické energie a tepla a slouží jako teoretické východisko pro zpracování praktické části této diplomové práce.

Praktická část obsahuje ve svém úvodu základní informace o ekonomickém subjektu, jehož vybrané provozní náklady se staly předmětem zkoumání této diplomové práce. Následuje krátké seznámení s technologií fluidního spalování a technologickými parametry kotlů, které jsou v elektrárně Tisová instalovány. Pro splnění **cíle**, kterým je **analýza provozních nákladů kotlů s fluidním spalováním**, práce dále pokračuje identifikací klíčových nákladových ukazatelů při výrobě páry ve fluidních kotlích. Je zachycen a analyzován jejich vývoj v období let 2011 – 2013. Provozní data týkající se ročních objemů výroby parní energie, doby provozu jednotlivých zařízení a spotřeby klíčových vstupů byla zjišťována prostřednictvím softwarového prostředku „DNA Tracer“ společnosti METSO, který je u společnosti ČEZ a. s., elektrárna Tisová v oblasti sledování a optimalizace ekonomie provozovaného technického zařízení nasazen. U každého proměnného nákladového ukazatele byl identifikován objem jeho spotřeby, nákladová cena za jednotku a okolnosti, které spotřebu nebo cenu ovlivňují. Stálé nákladové položky byly identifikovány rozbořením účetních záznamů podniku a alokovány na jednotlivá výrobní zařízení dle předem stanovených pravidel. Výsledkem bylo stanovení objemu provozních nákladů na kalkulační jednici v jednotlivých letech sledovaného období.

Zvláštní pozornost byla věnována vlastní spotřebě elektrické energie při výrobě páry ve fluidních kotlích, která významně ovlivňuje objem ročních provozních nákladů a způsobu, jak vývoj této spotřeby pozitivně ovlivňují frekvenční měniče pro řízení výkonu spalinových ventilátorů, jako technické prostředky optimalizace provozních nákladů. **Dalším cílem této práce je pak ověření skutečnosti, zda jsou tyto technické prostředky efektivní i po víceletém provozu a jak se do výše generovaných úspor promítají náklady na opravy a udržování těchto technických prostředků.** Zjištění týkající se efektivity nasazení frekvenčních měničů pro řízení pohonů spalinových ventilátorů lze aplikovat na většinu kotlů využívající technologii fluidního spalování ve výrobním portfoliu Skupiny ČEZ.

2. Náklady

Náklady jsou peněžním vyjádřením spotřeby majetku, včetně opotřebení dlouhodobého majetku, živé práce (mzdy) a cizích služeb nakoupených od jiných podniků. Náklady je nutné odlišit od peněžních výdajů, které představují úbytek peněžních fondů podniku (stavu hotovostí, peněz na účtech v bance) bez ohledu na účel jejich použití, např. nákup stroje, je peněžním výdajem, ale není nákladem [13].

Náklady lze dle obecné ekonomické teorie charakterizovat jako spotřebu výrobních činitelů (energií, materiálu, pracovní síly, opotřebení investičního majetku apod.) vynaloženou na určitý účel a vyjádřenou v peněžních jednotkách, ke které dochází při procesu zhotovování výrobků nebo provedení jiných výkonů podniku. Vhodným systémem evidence těchto nákladů lze zajistit informace o efektivním či neefektivním hospodaření s majetkem podniku a prací jeho zaměstnanců. Tento systém by měl umožňovat zejména nahlížení na to, co bylo při podnikových činnostech spotřebováno a za jakým účelem [15].

Obecně lze hovořit o **trojím pojetí nákladů**. Jedno pojetí je obsaženo ve **finančním účetnictví**, jehož úkolem je poskytovat informace určené pro externí uživatele. Využívá přesně specifikovaných ekonomických termínů a všechny účetní postupy dodržují určitá zavedená pravidla a konvence [2], zde hovoříme o tzv. **finančním pojetí nákladů**.

Druhé pojetí lze spatřovat ve **vnitropodnikovém účetnictví**, tento systém poskytuje informační výstupy především pro interní uživatele, jedná se zejména o informace pro podporu rozhodovacích procesů managementu. Vnitropodnikové účetnictví není vázáno externě stanovenými kritérii, která definují jednotlivé postupy a procesy. Místo toho se jednotlivá kritéria řídí potřebami lidí uvnitř společnosti [2]. V tomto případě hovoříme o tzv. **hodnotovém pojetí nákladů**, které se rozvíjelo ve vazbě na nákladové účetnictví firem.

Ekonomické pojetí nákladů, jako další možný způsob nahlížení na podnikové náklady, vychází z požadavku zajistit informace nejen pro řízení a rozhodování na tzv. existující kapacitě (o parametrech projektu bylo již rozhodnuto), ale i pro potřeby rozhodování při výběru optimálních budoucích alternativ [2]. Toto pojetí nákladů pracuje s pojmem tzv. **oportunitních nákladů**, jako hodnotou nejefektivnějšího využití těchto nákladů. Nákladem v tomto pojetí lze tedy označit maximální ušlý efekt při použití omezeného množství zdrojů na danou alternativu [9].

Obr. č. 2. 1: Trojí pojetí nákladů



Zdroj: vlastní zpracování dle [4].

2.1. Klasifikace nákladů

Náklady podniku představují důležitý syntetický ukazatel kvality prováděných podnikových činností [13]. Nutnost řídit a optimalizovat náklady, jako jeden z klíčových ukazatelů produkčního procesu, s sebou přináší potřebu dělení nákladových položek do určitých homogenních skupin a to takovým způsobem, aby bylo možné sledovat vývoj těchto skupin v různých reálných ekonomických situacích. Klasifikace nákladů podle různých kritérií je základním předpokladem pro aplikaci dalších nástrojů manažerského účetnictví [9].

Druhové členění nákladů

Jedná se o **nejběžnější způsob klasifikace nákladů** ve finančním účetnictví. Druhově lze členit náklady vstupující do produkčního procesu podniku z vnějšího okolí. Toto členění nákladů se používá i při konstrukci standardních účetních výkazů, např. při tvorbě výkazů zisku a ztrát a odpovídá na otázku, co bylo spotřebováno. Základními druhy nákladů jsou [13]:

- **Spotřeba** surovin, materiálu, paliv, energie a provozních látek
- **Odpisy** budov, strojů, výrobního zařízení, nástrojů, nehmotného investičního majetku
- **Mzdové a ostatní osobní náklady** (mzdy, provize, sociální a zdravotní pojištění)
- **Finanční náklady** (pojistné, placené úroky, poplatky)
- **Náklady na externí služby** (opravy a udržování, nájemné, dopravné, cestovné)

Druhové náklady lze z hlediska jejich zobrazení charakterizovat jako **náklady prvotní**, neboť předmětem zobrazení se stávají ihned při jejich vstupu do podniku. Jedná se o **náklady externí**, protože vznikají spotřebou výrobků, zboží či služeb poskytovaných podniku jinými subjekty. Jelikož tyto náklady, z pohledu podnikového řízení, nelze již podrobněji rozčlenit na jednodušší složky, můžeme hovořit o **nákladech jednoduchých** [4].

Druhové členění nákladů je pro nákladovou optimalizaci nezbytné. Identifikace podílu jednotlivých nákladových druhů napomáhá vhodnému zacílení nákladové optimalizace a umožňuje sledovat, jakým efektem se projeví úspora určitého nákladového druhu. Druhové členění nákladů naopak nic neříká o účelu, na který byly dané náklady vynaloženy, nelze tedy identifikovat, k jakým činnostem či aktivitám byly tyto náklady vynaloženy a ke kterým výkonům podniku se vztahují [9].

Pro účely manažerského řízení podniku je tedy potřeba druhové členění nákladů vhodně kombinovat s některými dalšími způsoby kvalifikace nákladů, vyjadřujícími účelový vztah k podnikovým činnostem a výkonům [15].

Nelze zapomenout ani na makroekonomický význam druhového členění nákladů, který se projevuje zejména při zjišťování úhrnných hodnot některých makroekonomických ukazatelů, mezi které patří např. národní důchod, úhrnné materiálové spotřeby nebo osobní náklady v celonárodním měřítku [4].

Účelové členění nákladů

Jedná se o další způsob klasifikace podnikových nákladů. Účelové členění nákladů lze charakterizovat v různé úrovni jejich podrobnosti. Prvotním krokem je obvykle jejich rozčlenění do relativně širokých okruhů, dle výrobních nebo pomocných a obslužných činností. S ohledem na kontrolu hospodárnosti lze tyto náklady dále členit dle jejich základního vztahu k jednotlivým činnostem či operacím [9]. Jedná se o:

- náklady technologické
- náklady na obsluhu a řízení

Technologické náklady (řídí se technicko - hospodářskými normami) jsou náklady bezprostředně související s technologií dané činnosti nebo výkonu [13].

Náklady na obsluhu a řízení příslušné činnosti (jejich položky jsou řízeny limity a normativy, jejich souhrn pak rozpočty) jsou vynaloženy za účelem vytvoření a udržení podmínek racionálního průběhu činností [13].

Je patrné, že při praktickém využití v rozhodovacích procesech lze toto členění nákladů označit jako příliš obecné. Někdy lze totiž jen velmi obtížně identifikovat, zda daná nákladová položka souvisí ještě bezprostředně s technologií, nebo je již vyvolána obsluhou či řízením

technologického procesu. Z tohoto důvodu je velmi často nezbytné vyjádřit konkrétní náklady ve vztahu ke konkrétnímu podnikovému výkonu či kalkulační jednotci, tyto nákladové druhy pak označujeme jako:

- náklady jednicové
- náklady režijní

Jednicové náklady vznikají vytvořením každé další, konkrétně definované jednotky výkonu a jsou součástí nákladů technologických [15].

Režijní náklady *v sobě zahrnují náklady na obsluhu a řízení a tu část nákladů technologických, které nesouvisí s jednotkou výkonu, ale s technologickým procesem jako celkem*¹. Tyto náklady nelze přiřadit ke konkrétní podnikové činnosti či výkonu, což vzhledem k nejednoznačnosti zařazení z hlediska spotřeby a účelu vynaložení značně komplikuje snahu manažerů o jasnou identifikaci nákladových vztahů a struktur.

Kalkulační členění nákladů

Kalkulační členění nákladů poskytuje odpověď na otázku, na co byly náklady podniku vynaloženy – které výrobky nebo služby byly pořízeny. Toto členění nákladů umožňuje stanovit rentabilitu jednotlivých výrobků či služeb v produktovém portfoliu podniku a na základě takto zjištěné rentability pak určit optimální výrobovou strukturu, protože rozdílné druhy výrobků nebo služeb se rovněž rozdílnou měrou podílí na tvorbě podnikového zisku [13].

Tato klasifikace nákladů v zásadě obsahuje dvě základní skupiny, jsou jimi:

- **náklady přímé** – bezprostředně související s konkrétním druhem výkonu, umožňující jednoznačné přiřazení k tomuto výkonu.
- **náklady nepřímé** - nevážou se přímo k jednomu druhu výkonu, ale zajišťují vytvoření podmínek pro skupinu výkonů, činnost různých útvarů a hierarchicky vyšších článků řízení.

¹ POPESKO, B. : Moderní metody řízení nákladů, GRADA, Praha 2009, strana: 37.

Členění nákladů podle závislosti na objemu výroby

Toto členění nákladů patří mezi nejvýznamnější nástroje pro řízení podnikových nákladů. Své uplatnění má rovněž v oblasti manažerského účetnictví, protože na rozdíl od předešlých způsobů klasifikace podnikových nákladů, které se zaměřují na minulé období (co bylo spotřebováno), se toto členění zaměřuje na zkoumání chování nákladů v závislosti na změně podnikových výkonů. Díky tomu, je toto členění nákladů jedním z klíčových hledisek pro tvorbu manažerských rozhodnutí [9]. V rámci členění objemově závislých nákladů rozlišujeme tyto základní kategorie:

- proměnné náklady
- stálé náklady
- smíšené náklady

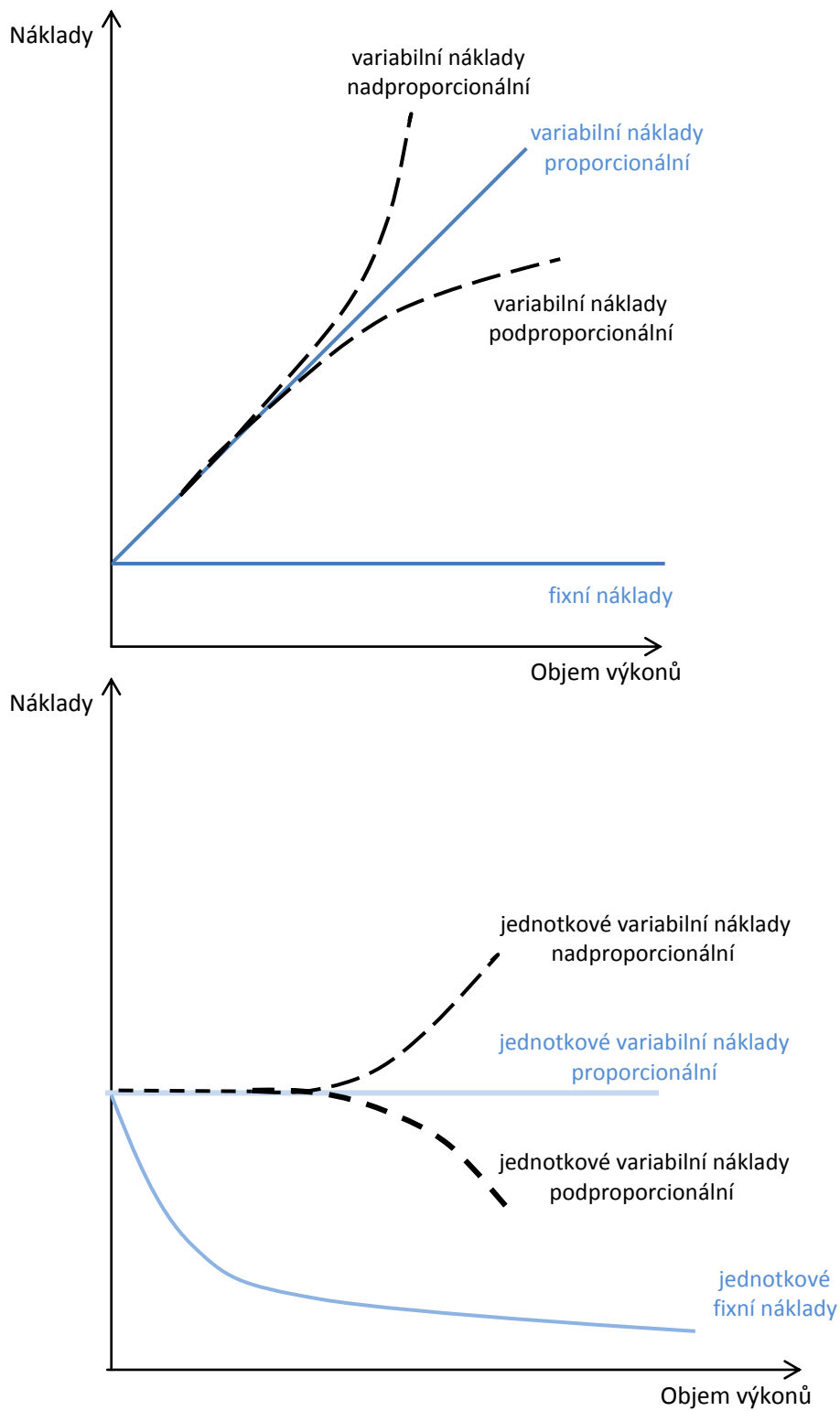
Proměnné náklady jsou ta část celkových nákladů podniku, která se mění v závislosti na změnách objemu podnikových výkonů. Tyto náklady se mohou vyvíjet stejným tempem jako změna objemu podnikové produkce, pak mluvíme o nákladech proporcionálních. Je-li tempo změny těchto nákladů vyšší než rychlost změny produkce podniku mluvíme o nákladech nadproporcionálních a naopak je-li tempo růstu těchto nákladů nižší než růst podnikových výkonů jedná se o náklady podproporcionální. Mezi proměnné (variabilní) náklady řadíme jedincové náklady a část nákladů režijních. V praxi se při výpočtech objemu těchto nákladů část předpokládá jejich lineární (proporcionální) vývoj [13].

Stálé náklady - jejich vývoj je nezávislý na objemu podnikových aktivit v daném časovém období. Jedná se o náklady, které je nutné vynaložit pro zabezpečení chodu podniku jako celku, vznikají i v případě, že podnik nic nevyrábí. Mezi tyto náklady lze zařadit velkou část režijních nákladů, odpisy, leasingové poplatky, úroky z úvěrů, pojistné, nájemné atd. Nezávislost vývoje těchto nákladů na objemu produkce má ovšem některá svá omezení. Platí pouze v krátkém období, v delším časovém úseku může například vlivem změny výrobní kapacity nebo změny výrobního programu podniku docházet ke skokové změně objemu stálých (fixních) nákladů, navíc s růstem objemu podnikové produkce klesá úroveň průměrných fixních nákladů – v tomto případě mluvíme o tzv. nákladové degeneraci [13].

Smíšené náklady představují velkou část podnikových nákladových položek, které obsahují současně variabilní i fixní složku. Jedná se například o spotřebu elektrické energie – část těch-

to nákladů má fixní charakter (osvětlení areálu podniku či výrobních hal) a část variabilní (energetické spotřeba výrobních strojů závislá na objemu podnikové produkce) [9].

Obr. č. 2. 2 : Vývoj celkových a jednotkových variabilních a fixních nákladů.



Zdroj: vlastní zpracování, 2015.

Výše uvedený způsob členění nákladů vzhledem k objemové závislosti na výkonech podniku platí pouze v krátkodobém pohledu, při dlouhodobém pohledu, kdy dochází ke změně výrobní kapacity, jsou všechny náklady podniku variabilní.

Vztah mezi podnikovými náklady a objemem produkce je možné vyjádřit pomocí matematických funkcí – mluvíme o tzv. nákladových funkcích. Při konstrukci průběhu nákladových funkcí se uplatňuje využití regresní a korelační analýzy, jejíž provedení ovšem vyžaduje znalost velkého objemu minulých produkčních dat, což omezuje využití této metody v případě nově realizovaných výrob.

2. 2. Přiřazení nákladů objektu

V procesu efektivního řízení či snižování podnikových nákladů je klíčovým faktorem úspěchu přesná identifikace účelovosti jejich vynaložení. V případě přímých nákladů, kdy mezi **nákladovým objektem** a vynaloženými náklady existuje jednoznačně identifikovatelná vazba, hovoříme o tzv. **přímém přiřazení nákladů** [8]. Nákladovým objektem v tomto případě rozumíme jakoukoli položku - zákazníka, oddělení, projekt, atd., pro kterou jsou náklady měřeny a přidělovány. Nákladovým objektem může být také činnost, nebo základní jednotka práce prováděna v rámci organizace [2].

V případě nepřímých nákladů, kdy mezi nákladovým objektem a vynaloženými náklady neexistuje onen exkluzivní vztah jednoznačného přiřazení, je nutné využití určitého mechanismu, který pomůže stanovit velikost podílu nákladového objektu na spotřebě konkrétního nákladu společného pro více nákladových objektů. V tomto případě hovoříme o tzv. **nákladové alokaci**. Podstatou tohoto postupu přiřazování nákladů je stanovení zprostředkující veličiny – **rozvrhové základny**, která propojení nepřímých nákladů a konkrétního nákladového objektu umožní. Cílem je pak přesná identifikace podílu skutečně vynaložených nepřímých nákladů vztahujících se k jednotlivým nákladovým objektům [2].

V odborné literatuře můžeme nalézt tři základní principy nákladových alokací [5]:

- **princip příčinné souvislosti** vzniku nákladů - každý výkon je zatížen pouze těmi náklady, které příčinně vyvolal. Tento princip je ve svém praktickém použití teoreticky nesporný a informačně nejúčinnější. Jeho uplatnění je ovšem spojeno s ne vždy přesnou identifikací vztahové veličiny nebo také s neschopností podniku shromáždit potřebná data, která využití takové vztahové veličiny umožňují.

- **princip únosnosti nákladů** - jaké náklady je předmět alokace schopen unést např. v prodejní ceně výrobku či výkonu. Tohoto principu lze využít zejména při řešení tzv. reprodukčních úloh, či při obhajobě konstrukce cenové politiky podniku.
- **princip průměrování** - s jakými průměrnými náklady je spojen určitý druh výrobku či výkonu. V praxi se jedná o nejjednodušší způsob alokace režijních nákladů, jeho nevýhodou je ovšem značná nepřesnost, která jeho praktické nasazení velmi omezuje.

Obr. č. 2.3 : Přiřazení nákladů objektu.



Zdroj: vlastní zpracování dle [9], 2015.

3. Nákladové kalkulace

„Nákladovou kalkulaci je možné definovat jako přiřazení nákladů, marže, zisku, ceny nebo jiné hodnotové veličiny k výrobku, službě, činnosti, operaci nebo jinak naturálně vyjádřené jednotce výkonu firmy, tj. **kalkulační jednici** či **nákladovému objektu**“².

Pojem **nákladový objekt** byl objasněn již v předchozím textu, nyní je namístě osvětlit význam termínu **kalkulační jednice**, což je určitý výkon (výrobek, polotovar, služba nebo práce), který je vymezen určitou měrnou jednotkou, např. jednotkou délky (m), hmotnosti (kg), času (h), plochy (m²) či množství (ks) [13].

Obecně jsou náklady na kalkulační jednici složeny ze tří komponentů, jedná se o [12]:

- přímý materiál
- přímé mzdy
- režijní náklady

Přímý materiál je ta část použitého materiálu, která se zpravidla stává trvalou částí výrobku nebo přispívá k vytvoření jeho potřebných vlastností. Do této položky řadíme zejména základní materiál, suroviny, polotovary, patří sem však mohou i obaly pokud jsou podstatným doplňkem výrobku a jsou součástí jeho ceny [12].

Přímé mzdy jsou nákladovou položkou obsahující základní mzdy (včetně příplatků, prémie a odměn) výrobních dělníků, jejichž pracovní činnost přímo souvisí s kalkulovanými výkony [12].

Pod pojmem **režijní náklady** se skrývají náklady společně vynakládané na celé kalkulované množství výrobků, více druhů výrobků nebo na zajištění chodu celého podniku, které není možné stanovit na kalkulační jednici přímo. V praxi se rozlišují tři základní typy režijních nákladů [13]:

- **výrobní (provozní) režie** – jedná se o položky nákladů, které souvisí s řízením a obsluhou výrobního procesu a nelze přímo stanovit jejich podíl na kalkulační jednici. Jsou zde obsaženy zejména režijní mzdy, odpisy hmotného investičního majetku, opotřebení výrobních prostředků, spotřeba energie, náklady na opravy a udržování nebo spotřeba režijního materiálu.
- **správní režie** souvisí přímo s nákladovými položkami z oblasti řízení podniku. Do této kategorie jsou zahrnuty například odpisy správních budov, platy řídicích pracovníků, telekomunikační poplatky, pojištění atd.

² POPESKO, B. : *Moderní metody řízení nákladů*, GRADA, Praha, 2009, strana: 55.

- **odbytová reže** obsahuje náklady spojené s odbytovou činností podniku. Sem lze zahrnout zejména náklady na skladování, propagaci, prodej a expedici výrobků podniku.

Výše uvedeného členění je využito při konstrukci tzv. **všeobecného kalkulačního vzorce**, který obsahuje výčet jednotlivých složek nákladů vyčíslených v kalkulačních položkách, doplněný o způsob vyčíslení těchto nákladových položek ve vztahu ke kalkulovanému výkonu [9]. Jeho struktura je v plně v kompetenci konkrétního podnikatelského subjektu, tento kalkulační vzorec je používán většinou podniků v České republice [13]. V tomto případě mluvíme o tzv. **typovém kalkulačním vzorci** (viz obr. č. 3. 1). Tento typový kalkulační vzorec se postupným vývojem stal základem pro kalkulační vzorce používané v tuzemské podnikové praxi. Lze říci, že kalkulační vzorce mají v praxi velmi často pevnou strukturu a neumožňují jejich variantní využití a přizpůsobení různým rozhodovacím úlohám [9]. Uvedený vzorec je kalkulací ceny, která vzniká z výsledku jednoduché rovnice: $\text{cena} = \text{náklady} + \text{zisk}$, v tomto případě cenu neurčuje přímo trh (stavební práce, zakázková výroba, projektová činnost). Velikost zisku je stanoven tak, aby zajistila požadovanou výnosnost kapitálu [15].

Odlišná situace nastává v podmínkách silně konkurenčních trhů, kdy podniky, které se v této oblasti pohybují, oddělují kalkulaci nákladů a kalkulaci ceny výkonu. Cena výkonu je stanovena s ohledem na konkurenci – podnik je nucen tržní cenu výkonu akceptovat a z její úrovně vycházet při konstrukci nákladů tohoto výkonu, ty jsou v tomto případě charakterizovány jako rozdíl mezi cenou výkonu a očekávaným ziskem. V tomto případě hovoříme o tzv. **retrográdním kalkulačním vzorci** (viz obr. č. 3. 1) [9].

Obr. č. 3. 1: Typový a retrográdní kalkulační vzorec.

Typový kalkulační vzorec	Retrográdní kalkulační vzorec
1. Přímý materiál	Základní cena výkonu
2. Přímé mzdy	- Dočasné cenové zvýhodnění
3. Ostatní přímý materiál	- Slevy zákazníkům:
4. Výrobní (provozní) reže	sezonní
<hr/>	množstevní
Vlastní náklady výroby:	<hr/>
5. Správní reže	Cena po úpravách:
<hr/>	- Náklady
Vlastní náklady výkonu:	<hr/>
6. Odbytové náklady	Zisk
<hr/>	
Úplné vlastní náklady výkonu:	
7. Zisk (ztráta)	
<hr/>	
Cena výkonu (základní)	

Zdroj: vlastní zpracování dle [9], 2015.

Pojem kalkulace lze chápat hned v několika významech, např. [4]:

- **Kalkulace je činnost**, která vede ke zjištění či stanovení nákladů na výkon.
- **Kalkulace je výsledkem konkrétního výkonu**, který má zpravidla podobu seznamu několika kalkulačních položek uspořádaných dle tzv. kalkulačního vzorce.
- **Kalkulace je vydělitelná část informačního systému podniku** – v tomto pohledu je na kalkulaci nahlíženo jako na systém vzájemně propojených propočtů, zpracovaných pro různé účely, které jsou obsahově propojeny, zejména pak s účetnictvím (pro účely řízení podniku) a rozpočty nákladů odpovědnostních či nákladových středisek podniku. Takto konstruované kalkulace musí být systémově propojeny, sladěny a společně zasazeny do **podnikového kalkulačního systému**, jinak může nastat situace, kdy si každá skupina uživatelů vytváří své vlastní kalkulační nástroje, kterým rozumí je ona sama, a pro komplexní řízení jsou tyto nástroje nepoužitelné [9].

V rámci kalkulačního systému podniku se kalkulace rozlišují podle několika hledisek, základními kritérii jsou **čas a funkce v procesu řízení nákladů**.

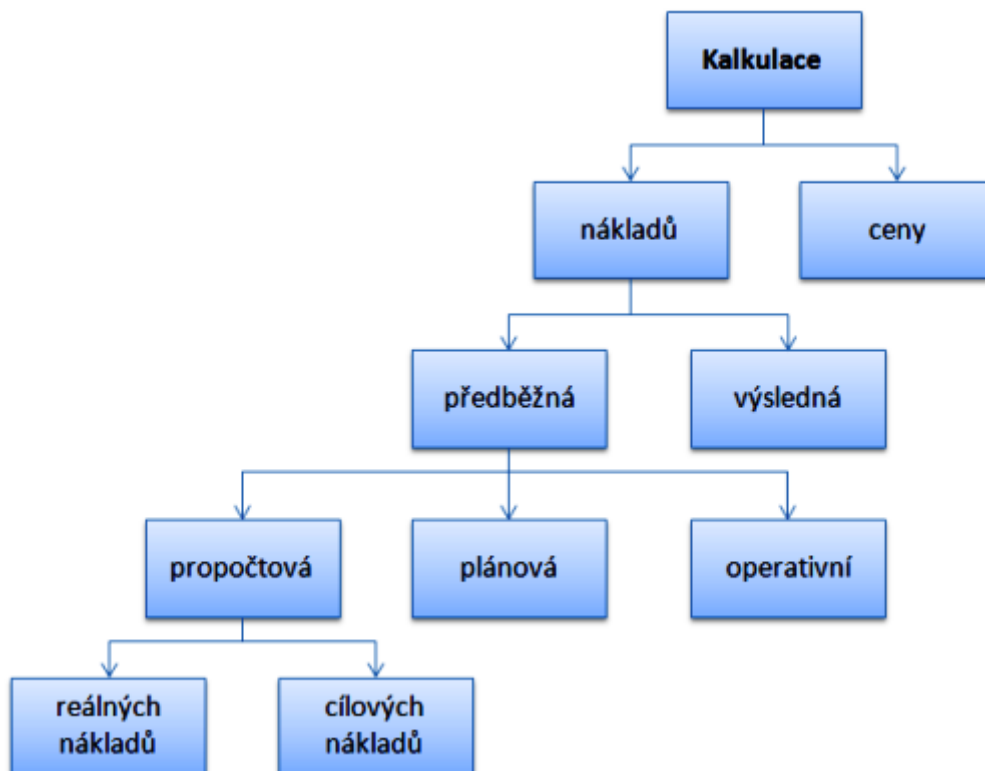
Podle **časového hlediska** se kalkulace v kalkulačním systému rozlišují na [6]:

- **Předběžná kalkulace** (ex ante) se sestavuje před zahájením výrobního procesu. Slouží pro stanovení plánovaných nákladů a je podkladem pro cenová vyjednávání. Předběžná kalkulace se dále člení na kalkulaci propočtovou, plánovou a operativní.
- **Výsledná kalkulace** (ex post) je sestavována až po dokončení příslušného výkonu a je tak nástrojem následné kontroly. Vzniklé rozdíly mezi výslednou a předběžnou kalkulací se pak zpravidla podrobí analýze. Podle **funkce v procesu řízení nákladů** rozlišujeme nákladové kalkulace na [6]:
- **Propočtová kalkulace** se provádí před zahájením nové výroby v případě aplikace nové technologie, při modernizaci nebo při zásadní změně výrobních a dodacích podmínek. Vychází z dostupné technické dokumentace, popř. z disponibilních parametrů podobných výrobků.
- **Plánové kalkulace** se používají pro zpracování průběžných i výhledových plánů nákladů a v návaznosti i kapacitních propočtů pro stanovení podmínek hmotné zainteresovanosti. Sestavují se na delší časové období na základě norem, které jsou platné na začátku tohoto období, do nichž se promítají veškeré konkrétní změny, které jsou pro dané období naplánovány k realizaci. Tyto kalkulace jsou zejména používány pro tzv. „intervalové řízení“, které vychází z časového plánu. Praktické využití plánových

kalkulací je zejména u podniků pracujících v podmínkách velkosériové či hromadné výroby.

- **Operativní kalkulace** jsou nástrojem pro krátkodobé řízení. Vychází ze stanovených výrobních a technických podmínek (výrobní výkresy, výrobní a technologické postupy, atd.). Tyto podmínky jsou zpracovávány útvary technické přípravy výroby (technologie, konstrukce) a jednotlivé změny se promítají do změn operativní kalkulace.

Obr. č. 3. 2: Kalkulační systém podniku.



Zdroj: vlastní zpracování dle [4], 2015.

3. 1. Kalkulační metody

„Metodou kalkulace rozumíme způsob stanovení jednotlivých složek nákladů na kalkulační jednici. Metody kalkulace závisí na předmětu kalkulace, tj. na tom, co se kalkuluje (jednoduchý, složitý výrobek), na způsobu přiřítání nákladů výkonům (jak se přiřazují náklady na kalkulační jednici) a na požadavcích kladených na strukturu a podrobnost členění nákladů“³.

³ SYNEK, M. a kol. *Manažerská ekonomika*. Praha, GRADA, 2003, strana: 97.

Členění kalkulačních metod vlastních nákladů je následující [6]:

- jednoduché metody kalkulace
 - kalkulace prostým dělením
 - kalkulace dělením s jednou řadou ekvivalentních čísel
 - kalkulace dělení se dvěma a více řadami ekvivalentních čísel
 - kalkulace přírážková (zakázková)
 - kalkulace neúplných nákladů
- fázová metoda kalkulace
- stupňová metoda kalkulace

Kalkulace prostým dělením se uplatňuje v případě, kdy jsou náklady vyvolány pouze jedním druhem výkonu nebo více druhy, jejichž nákladová náročnost je ve všech případech stejná. Náklady se v tomto případě přiřazují k výkonům dle počtu různě vyjádřených kalkulačních jednic [5]. Jedná se o nejjednodušší metodu nákladové kalkulace. Její praktické využití se vztahuje na odvětví produkující homogenní produkt, můžeme sem zařadit například výrobu a distribuci elektrické energie, těžbu a distribuci plynu, ropy či uhlí nebo úpravu pitné vody [9].

Náklady na výrobek lze této metody mohou obecně stanovit podle vzorce (1) [13]:

$$\mathbf{n} = \frac{N}{q} \quad (1)$$

kde: n - náklady na kalkulační jednici,

N - celkové úhrnné náklady za dané období,

q - celkový počet kalkulačních jednic vyrobených v daném období.

Kalkulaci dělením ekvivalentními čísly je možné využít v případě, že se stejnorodá produkce podniku odlišuje pouze v určitém měřitelném parametru (velikost, tvar, hmotnost, pracnost). Princip této kalkulace spočívá ve stanovení tzv. typického představitele výrobků, což je nejběžněji produkováný výrobek (ekvivalent nákladů u tohoto výrobku je roven jedné). Ekvivalenční čísla u ostatních výrobků jsou vyjádřena pomocí přepočtu měřitelného parametru k poměrovému číslu u typického představitele. Výpočet nákladů na jeden ekvivalent pak vychází ze sumy všech stanovených ekvivalentů. Velikost nákladů na jednotlivé typy výrobků se stanoví jako násobek nákladu na ekvivalent a ekvivalenčního čísla konkrétního výrobku [9].

Omezení této metody opět spočívá v praktickém uplatnění, kde se stejně jako metoda prostým dělením uplatňuje v případech hromadné výroby identických výrobků.

Zakázková metoda kalkulace je hojně využívaným konceptem kalkulace nákladů zejména v heterogenní výrobě, která se orientuje na individuální objednávky zákazníků. Zjišťuje náklady na skupinu výrobků či poskytnutých služeb, souhrnně označenou jako zakázka. Kalkulované množství je určeno množstvím výrobků nebo služeb v rámci dané objednávky zákazníkem. Pro stanovení objemu přímých nákladů je většinou využito kalkulace dělením, tyto náklady jsou evidovány na každou zakázku odděleně. Pro rozvrhování nepřímých nákladů se nejčastěji uplatňuje přírážková metoda kalkulace podle vhodně zvolené rozvrhové základny. Rozvrhovou základnou u přírážkových kalkulací se většinou stanovuje určitá položka přímých nákladů. V případě, že je rozvrhová základna stanovena v peněžní formě (nejčastěji přímé mzdy), stanovíme procento režijní přírážky dle vzorce (2) [5]. Výsledná hodnota pak udává, kolik procent objemu rozvrhové základny tvoří režijní náklady podniku.

$$PP = \frac{NRN}{RZ} \quad (2)$$

kde: PP – procento přírážky režijních nákladů,

NRN – nepřímé režijní náklady,

RZ – rozvahová základna v Kč.

Další možností je použití naturální rozvrhové základny (nejčastěji přímého materiálu). V tomto případě je hodnota režijní přírážky vyjádřena v peněžních jednotkách. Výsledkem je pak dle vzorce (3) [5] sazba režijních nákladů (v Kč) na jednu jednotku základny v naturálním vyjádření (např. kilogram materiálu).

$$RP = \frac{NRN}{RZ} \quad (3)$$

kde: RP – režijní přírážka v peněžních jednotkách,

NRN - nepřímé režijní náklady,

RZ – rozvrhová základna v naturálních jednotkách.

Mezi nesporné výhody této metody nákladové kalkulace patří zejména účetní jednoduchost a přehlednost. Je hojně využívána malými podniky, které poskytují výrobky a služby v rozmanitém množství a šíří a nemohou své aktivity plánovat v dlouhodobém časovém horizontu [9].

Kalkulace neúplných nákladů kalkuluje na výrobky pouze variabilní náklady (jednicové náklady a variabilní režijní náklady), fixní režijní náklady jsou zahrnuty do celkového výsledku hospodaření celého podniku za určité sledované období. Tato metoda kalkulace nezjišťuje objem zisku u jednotlivých druhů výrobků, ale pohlíží na něj jako na výsledek všech činností podniku jako celku. Zavádí pojem – krycí příspěvek na úhradu fixních nákladů a zisku, který je tvořen rozdílem mezi prodejní cenou výrobku a jeho variabilními náklady. Z podílu krycího příspěvku na prodejní ceně výrobku, lze velmi jednoduše zjistit rentabilitu jednotlivých vyráběných druhů. Velikost krycího příspěvku připadající na jeden výrobek je stabilnější veličinou než zisk, protože se nemění se změnou vyráběného množství [13].

Fázová metoda kalkulace nachází své uplatnění ve výrobních procesech, které nejsou plynulé, ale jsou realizovány ve fázích a v každé fázi vzniká rozdílné množství prováděných výkonů. Tato metoda je využívána v podmínkách výroby jediného výrobku nebo skupiny homogenních výrobků. Předmětem kalkulace jsou výrobní fáze, přičemž náklady vynaložené v každé výrobní fázi se sledují samostatně. Proto má každá fáze vlastní kalkulaci nákladů a režijní náklady na jednotlivé fáze se rozvrhují přírážkovou kalkulací. Náklady hotového výrobku se zjistí součtem nákladů v jednotlivých fázích [6].

Stupňová metoda kalkulace je využitelná v členitých procesech stupňové (fázové) výroby, kdy produkt postupně prochází jednotlivými výrobními stupni. Každý následující stupeň přebírá od předchozího stupně náklady jako náklady vstupního materiálu, ke kterým přidává vlastní náklady zpracování. Výsledkem jednotlivých výrobních stupňů kromě posledního je výrobek označovaný jako polotovar. Předmětem kalkulace tedy mohou být polotovary, ale i finální výrobky. Tento postup je označován jako **postupná kalkulace**. Jeho nevýhodou je značná zkreslenost struktury nákladů finálního výrobku vlivem postupné kumulace do jediné nákladové položky. Tento nedostatek odstraňuje tzv. **průběžná kalkulace**, která zachovává členění nákladů dle původních kalkulačních položek [13].

3. 2. Nákladové kalkule v energetice

Nákladové kalkule produkce páry pro výrobu elektrické energie jsou sestavovány na základě ekonomicky oprávněných nákladů – proměnných a stálých, které jsou nutné pro bezpečnou, hospodárnou a spolehlivou výrobu a jsou v souladu s cenovým rozhodnutím Energetického regulačního úřadu [22] na příslušný rok.

Ekonomicky oprávněné náklady v ceně tepelné energie jsou nezbytné náklady přímo související s výrobou a rozvodem tepelné energie v příslušném kalendářním roce, které vycházejí z údajů v účetnictví (výsledné kalkulace), z OČSK (kalkulace očekávané skutečnosti) nebo z rozpočtu na daný rok (plánové a předběžné kalkulace).

Ekonomicky oprávněné náklady jsou sníženy o:

- přijaté výnosy od zaměstnanců, pojišťoven apod.,
- aktivace,
- přijaté výnosy z titulu poskytovaných služeb, a to formou kalkulačních dobropisů.

Do ekonomicky oprávněných nákladů nelze zahrnout:

- náklady a výnosy nesouvisející s výrobou tepelné energie.
- náklady, které nelze považovat za ekonomicky oprávněné náklady ve smyslu přílohy č. 1 cenového rozhodnutí energetického regulačního úřadu platného pro příslušný kalendářní rok [22].

Proměnné ekonomicky oprávněné náklady zahrnuté v kalkulacích tepelné energie jsou přímo závislé na množství vyrobeného dodávkového tepla v jednotlivých výrobnách a jsou mezi vyrobenou elektrickou energií a teplo rozdělovány v poměru energie spotřebované v palivu pro výrobu elektrické energie a dodávkového tepla.

Stálé ekonomicky oprávněné náklady zahrnuté v kalkulacích tepelné energie nejsou přímo závislé na množství vyrobeného dodávkového tepla a jsou stanoveny v souladu s cenovým rozhodnutím ERÚ (Energetického regulačního úřadu) k cenám tepelné energie [22].

Stálé – přímé náklady jednotlivých výroben jsou mezi vyrobenou elektrickou energií a teplo rozdělovány v poměru výkonů pro elektřinu a teplo přepočtených na příkon v palivu. **Stálé – přímé náklady společné pro více výroben** jsou mezi výrobními rozdělovány v poměru instalovaných výkonů kotelen (reaktorů) jednotlivých výroben. **Stálé – režijní náklady** jsou mezi jednotlivými výrobními a následně mezi elektrickou energií a teplo rozdělovány v poměru objemů užitečných dodávek z jednotlivých výroben a následně v poměru energie dodané v elektrické energii a teple, vztaženo k dodávce na prahu zdroje jednotlivých výroben. Pro účely této práce, tzn. pro stanovení provozních nákladů při výrobě páry ve fluidním kotli lze, od dělení nákladů mezi vyrobenou elektrickou energií a teplo, upustit. Toto dělení je důležité pro další nákladové kalkulace, jejichž analýza není cílem této práce.

Při určování nákladů produkce tepla jsou ve výrobnách Skupiny ČEZ sestavovány následující typy kalkulací:

- **plánovaná** - zpracovává se jako podklad pro stanovení cen pro další kalendářní rok. Podkladem pro zpracování je 1. návrh rozpočtu dodávek tepelné energie a nákladové kalkulace zpracované v oblasti proměnných nákladů na základě plánovaných dodávek, v oblasti stálých nákladů na základě předpokladů dle podnikatelského plánu. Tato kalkulace slouží pouze pro přípravu cen a cenových jednání se zákazníky nebo pro případnou kontrolu ze strany úřadů v první polovině kalendářního roku. Termín zpracování kalkulace: 15. listopadu daného kalendářního roku
- **předběžná** - vychází ze schváleného rozpočtu na příslušný kalendářní rok, příp. dle skutečně uzavřených smluv pro daný kalendářní rok a je podkladem pro případné kontroly ze strany úřadů. Termín zpracování kalkulace: 15. června daného kalendářního roku.
- **očekávaná** - zpracovává se v průběhu kalendářního roku za účelem kontroly dodržování pravidel ERÚ. Podkladem pro zpracování je očekávaná skutečnost nákladů a dodávek tepelné energie. Termín zpracování kalkulace: 31. září daného kalendářního roku
- **výsledná** - zpracovává se po skončení kalendářního roku, obsahuje skutečné oprávněné náklady, dosažený zisk a realizované dodávky. Podklady pro zpracování jsou čerpány z účetnictví a přehledu dodávek tepelné energie. Výsledné kalkulace cen tepelné energie jsou podkladem pro zpracování výkazů dle ERÚ. Termín zpracování kalkulace: 30. dubna daného kalendářního roku.

Postup stanovení nákladů produkce tepelné energie je dle metodiky ČEZ a. s. [1] následující:

- nákladová střediska společná pro dodávku na zdroji, v areálu (sekundární charakter dodávky tepla) a přímou dodávku (primární charakter dodávky tepla) – proměnné měrné náklady jsou pro všechny úrovně předání stejné, další stálé náklady se přerozdělí z dodávky na zdroji mezi dodávku v areálu a přímou dodávku poměrově dle výše připojeného výkonu s ohledem na roční dobu využití připojeného výkonu. Zbytek nákladů na zdroji je pro vlastní spotřebu.

- nákladová střediska přímo přiřaditelná konkrétní primární dodávce - náklady se přiřadí přímo do kalkulace příslušné ceny, v případě, že jsou společné více cenám, rozdělí se podílem užitečné dodávky,
- nákladová střediska společná pro sekundární dodávku - náklady se rozdělí mezi kalkulace jednotlivých cen podílem užitečné dodávky,
- nákladová střediska přímo přiřaditelná konkrétní sekundární dodávce - náklady se přiřadí přímo do kalkulace příslušné ceny, v případě, že jsou společné více cenám, rozdělí se poměrem užitečné dodávky,

Konečná kvantifikace jednotlivých nákladových kalkulací je realizována prostřednictvím výpočtového modelu pracujícího v prostředí MS Excel. Výpočtové modely jednotlivých výroben ČEZ a. s. se odlišují, rozdíly jsou zejména v oblasti použité technologie výroby tepelné energie (klasické uhelné elektrárny, paroplynové cykly, jaderné elektrárny), použitém palivu (uhlí, zemní plyn, dřevní štěpka, jaderná energie) anebo technické účinnosti jednotlivých zdrojů. Jednotlivé modely jsou předmětem duševního vlastnictví a výrobního tajemství ČEZ a. s., proto zde nebudou uvedeny.

4. Hospodářská střediska

Základními vnitropodnikovými útvary, ve kterých se sledují náklady, výnosy a výsledek hospodaření jsou hospodářská střediska tzv. profit centra. Vnitropodnikové organizační útvary vznikají jako důsledek dělby práce v rámci nadřazené soustavy, tj. podniku. Při tvorbě a dalším efektivním fungování hospodářských středisek je potřeba dosažení následujících organizačních předpokladů [13]:

- jsou přesně vymezeny činnosti prováděné střediskem a všechny vazby střediska na ostatní vnitropodnikové organizační útvary
- výkony, které si jednotlivá střediska v rámci podniku předávají, musí být měřitelné a oceněné vnitropodnikovými cenami
- náklady vznikající v rámci daného střediska musí být měřitelné

V podnicích existuje několik druhů středisek. Jedná se o **výrobní a správní střediska**, která mají svůj základ v postavení příslušných vnitropodnikových útvarů a jsou tedy odpovědnostními středisky. Kromě toho se ale v podnicích někdy vytvářejí střediska, která jsou důkazem toho, že jednoznačné vyjádření odpovědnosti za určitý jev nebo transakci není vždy možné. Příkladem mohou být tzv. **zúčtovací střediska** sloužící k provádění účetně technických operací. Sem patří [3]:

- **středisko financování** zachycující náklady finančního charakteru, které se týkají podniku jako celku
- **středisko neutrální**, jehož hlavním úkolem je zachycení mimořádných nákladů a výnosů, u kterých je zpravidla těžké určit zásluhu či zavinění některého ze středisek a také se týkají podniku jako celku. Nicméně tyto veličiny je zapotřebí podrobit analýze a přiřadit je alespoň rámcově útvaru či pracovníkovi.
- **středisko prodeje**, ve kterém se zachycují jak náklady na prodané výkony, tak tržby z prodeje těchto výkonů. Umožňuje sledování prodeje dle rozdílných hledisek, např. podle teritoriálního členění prodeje, apod.
- **zúčtovací středisko správní režie**

V podnikatelské praxi se hospodářská střediska vytvářejí seskupováním jednotlivých činností na základě jejich podobnosti, technicko-organizačních podmínek výroby a dalších podstatných vlivů. Pro hospodářská střediska je charakteristické, že spotřebovávají jak vstupy externích dodavatelů, tak také vstupy, které jsou produkovány ostatními vnitropodnikovými útvary.

Hospodářské středisko vytváří spolu s ostatními podnikovými hospodářskými středisky ekonomickou strukturu organizace [13].

4. 1. Rozdělení nákladových středisek z hlediska alokace nákladů v ČEZ

V procesu sledování, účtování a plánování nákladů je u společnosti ČEZ nasazen softwarový produkt společnosti **SAP R/3**, který patří do skupiny systémů pro řízení podniku tzv. **ERP** (Enterprise resources planning). Řízení nákladů obecně spadá do controllingového modulu **SAP R/3 CO**. Na náklady samotné se zaměřují zejména submoduly týkající se **účetnictví nákladových druhů**. Analytika nákladových druhů musí být přizpůsobena členění podle účtové osnovy. Mezi hlavní nákladové submoduly systému **SAP** patří:

Submodul zaměřující se na **účetnictví jednotlivých profit center**, ve kterém dochází ke sledování skutečných výnosů automaticky převzatých z modulů odbytu a finančního účetnictví. Tento submodul umožňuje pořízení plánu výnosů a následné vyhodnocení nákladů a výnosů, popř. rozvahových účtů všech organizačních stupňů [24].

Submodul týkající se **účetnictví jednotlivých nákladových středisek** sleduje vynaložené náklady, včetně vnitropodnikového účtování nákladů mezi nákladovými středisky a ostatními objekty pomocí vnitropodnikových výkonů [24].

Submodul pro **účetnictví interních zakázek** zaznamenává náklady a výnosy na jednotlivé práce jako jsou např. ostraha majetku, vozový park, atd. U interních zakázek lze sledovat plánované náklady, rozpočet, aktuální náklady a výnosy zaúčtované přímo v nákladovém účetnictví nebo v ostatních modulech [24].

Z hlediska nastavení SAP a následného zpracování kalkulací tepla jsou v ČEZ, a. s., používány následující typy nákladových středisek:

- **Technologická nákladová střediska** jsou určena k vykazování nákladů spojených s příslušným zařízením v úrovni členění dle logických celků. Jedná se o proměnné náklady a vybrané stálé - přímé náklady (zejména: náklady na opravy a údržbu, odpisy, provozní hmoty a služby spojené s konkrétní technologií) spojené s konkrétním zařízením, které jsou následně alokovány na elektrickou energii a teplo v souladu s pravidly alokace proměnných a stálých nákladů.

- **Provozní nákladová střediska** jsou určena k vykazování stálých - přímých nákladů spojených s obsluhou výrobního zařízení a dále nákladů na zařízení, které není účelné sledovat ve vazbě na konkrétní logické celky. Tyto náklady jsou následně alokovány na elektrickou energii a teplo v souladu s pravidly alokace stálých nákladů.
- **Režijní nákladová střediska** jsou určena k vykazování stálých - režijních nákladů. Tyto náklady jsou následně alokovány na elektrickou energii a teplo v souladu s pravidly alokace stálých - režijních nákladů.

Režie vykázaná na režijních nákladových střediscích má z hlediska kalkulačního vzorce charakter **výrobní režie** a je vnitřně členěna z hlediska hierarchie a organizačního uspořádání útvarů takto:

- **Režie organizační jednotky (výrobní)** obsahuje lokální režijní náklady spojené se správou a řízením výroben dislokovaných v rámci jedné lokality.
- **Režie sloučené organizační jednotky (výrobní)** obsahuje režijní náklady spojené s centrálním řízením výroben dislokovaných pod více lokalit z pozice společného ředitele organizační jednotky.
- **Režie divize** obsahuje režijní náklady spojené s centrálním řízením činností a procesů ve výrobní divizi z pozice centrálních divizních útvarů.

Jako **správní režie** je z hlediska kalkulačního vzorce vykazována režie s centrálním řízením činností a procesů z pozice centrálních útvarů ČEZ, a. s. Za vyčíslení celkové výše těchto režii (z nákladových středisek ostatních divizí) a jejich předání divizi výroba k provedení alokace správní režie na jednotlivé výrobní zodpovídá útvar centrální controlling.

- **Produktová nákladová střediska** jsou určena k vykazování tržeb za prodej tepla a nákladů na nákup tepla určeného k dalšímu prodeji realizovaný na úrovni příslušné výrobní a stupni předání. Náklady evidované na těchto nákladových střediscích nejsou do kalkulací tepla alokovány.
- **Ostatní (nekalkulovatelná) nákladová střediska** jsou určena k vykazování nákladů, které nelze zahrnout do kalkulací tepla a je možno je vykázat na samostatném nákladovém středisku. Náklady evidované na těchto nákladových střediscích nejsou do kalkulací tepla alokovány.

Nákladové kalkulace tepelné energie dodávané na zdroji výroben elektrické energie a tepla v ČEZ a. s. jsou zpracovávány podle předepsaného kalkulačního vzorce (viz. str. 41) na jednotlivé výrobní.

5. Charakteristika vybraného podniku

Elektrárna Tisová (ETI) patří mezi nejmenší (měřeno dle instalovaného výkonu) a nejstarší zdroje elektrické energie ve výrobním portfoliu Skupiny ČEZ. Řadí se mezi tzv. klasické elektrárny, které k výrobě používají fosilní paliva (hnědé uhlí). Od roku 2008 je součástí nově utvořené organizační jednotky ČEZ a.s. s názvem Teplárny Hodonín, Poříčí a Tisová, která sdružuje elektrárny s významným podílem výroby tepla pro dálkové vytápění objektů [17].

Hlavními produkčními komoditami jsou v současnosti teplo, kterým jsou prostřednictvím dálkových rozvodů zásobovány obce v okolí elektrárny, elektrická energie (instalovaný výkon je využíván zejména v období energetické špičky) a certifikované stavební hmoty vyrobené z pevných zbytků produktů hoření během spalování uhlí při výrobě elektrické energie (ložový, filtrový popel a tzv. energosádrovec).

Elektrárna je situována v západní části tzv. Sokolovské hnědouhelné pánve, mezi Krušnými horami a Slavkovským lesem. Jedná se o nejzápadnější energetický zdroj Skupiny ČEZ na území naší republiky. Leží v nadmořské výšce 405m v téměř samotném geografickém středu tzv. lázeňského trojúhelníku, jehož vrcholy jsou tvořeny lázeňskými městy Karlovy Vary, Mariánské Lázně a Františkovy Lázně [17].

Historie elektrárny se datuje od ledna roku 1953, kdy bylo rozhodnuto o její výstavbě, bylo započato s přípravou projektové dokumentace a následně i přípravou staveniště. Vlastní proces výstavby elektrárny lze rozdělit do dvou technologických celků. Technologický celek ETI I (8 × granulační kotel s parním výkonem 125 t/h a 4 turbogenerátory s výkonem 50 MW) byl uveden do provozu v letech 1958 – 1959 a technologický celek ETI II (3 × blok o instalovaném výkonu 100 MW) byl spuštěn v letech 1960 – 1962 [26].

V průběhu let 1983 – 1987 proběhla rozsáhlá rekonstrukce ETI I, při níž došlo k přestavbě hlavního výrobního zařízení elektrárny na kombinovanou výrobu elektřiny a tepla (odpadní teplo vznikající při výrobě elektřiny bylo využito k dálkovému vytápění). Dva turbogenerátory 50 MW byly nahrazeny kondenzačními turbínami s regulovaným odběrem o instalovaném výkonu 55 MW a současně byl vybudován rozvod tepla pro zásobování sokolovského regionu [25].

V důsledku hospodářských, ekonomických a sociálních změn v období po listopadu 1989 došlo v tzv. první útlumové vlně hnědouhelných elektráren k odstavení dvou 100 MW bloků

ETI II. Jednoho na konci roku 1990 a druhého na konci roku 1991. Toto opatření mělo snížit ekologickou zátěž regionu severozápadních Čech, která se projevovala mj. odumíráním lesních porostů ve vrcholových partiích Krušných hor [26].

Další snahy o zmírnění dopadu provozu elektrárny na okolní životní prostředí vedly k instalaci třisekcčního elektrického odlučovače na zbývajícím 100 MW bloku ETI II a nahrazení 125 t/h granulačních kotlů ETI I dvěma kotli fluidními o parním výkonu 2×350 t/h. Výstavba prvního fluidního kotle byla realizována v letech 1993 – 1995, výstavba druhého fluidního kotle probíhala v letech 1995 – 1997. Současně byla v tomto období instalována i odsiřovací jednotka 100 MW bloku ETI II, která pracuje na principu mokré vápencové vypírky. Činnosti spojené s minimalizací environmentálních dopadů výrobního procesu vyvrcholily realizací doprovodných staveb, které zabezpečují ekologické ukládání popelovin a ostatních pevných zbytků hoření a sanaci odpadních vod výrobních procesů prostřednictvím chemické čistírny odpadních vod. V tomto ohledu je důležitá implementace systému řízení ochrany životního prostředí dle ČSN EN ISO 14001:2005, která je nedílnou součástí výrobního procesu elektrárny od roku 2005 [26].

Palivem pro oba technologické celky je hnědé uhlí pocházející převážně od generálního dodavatele, kterým je společnost Sokolovská uhelná a.s. (SUAS). Pásová doprava přímo z třídírny SUAS, byla po zániku její divize Západ a likvidaci stávajícího dopravního zařízení nahrazena kombinovanou dopravou (po železnici až do areálu elektrárny, v místě je využívána stávající pásová doprava). Pro zapalování všech kotlů v elektrárně je v současné době používán zemní plyn [17].

V minulých letech došlo k ukončení rozsáhlého ekologického investičního programu, elektrárna doposud plně splňuje emisní limity stanovené Zákonem o ochraně ovzduší č. 201/2012 Sb. Veškeré pevné zbytky vznikající spalováním uhlí při výrobě elektrické energie (popílek, struska) jsou ukládány jako certifikovaný výrobek (energósádovec) využívaný ve stavebnictví, nebo jako materiál pro rekultivaci krajiny a zahlazování bývalé důlní činnosti v okolí elektrárny. Pro řízení technologických procesů ve výrobě byl modernizován instalovaný řídicí systém společnosti METSO DAMATIC XD. Rychlost a plynulost výměny informací mezi jednotlivými pracovišti byla podpořena vybudováním vnitropodnikové optické sítě LAN, která usnadňuje řízení veškerých organizačních procesů. V tomto duchu proběhlo i nasazení softwarových prostředků společnosti SAP pro řízení správy a údržby výrobního zařízení, účetnictví, nákupu, spolehlivosti a provozní dokumentace [25].

Současnost, cíle a priority

V současné době stojí elektrárna Tisová na prahu nové vývojové etapy, z rozhodnutí valné hromady ČEZ a. s. konané v červnu 2015 byla tato výrobní jednotka vyčleněna z výrobního portfolia Skupiny ČEZ a převedena jako vklad do nové akciové společnosti s názvem Elektrárna Tisová a. s. Tato nově vzniklá dceřiná společnost by měla být posléze nabídnuta k prodeji některému z potenciálních zájemců. Rozhodnutí o vyčlenění bylo důsledkem dlouhodobé strategie společnosti, ta se snaží omezit podíl dožívajících klasických elektráren ve svém výrobním portfoliu.

Dalším argumentem pro vyčlenění byl vývoj v legislativní oblasti týkající se ochrany životního prostředí. Zpřísnění emisních limitů v důsledku platnosti Zákona o ochraně ovzduší znamená po roce 2020 pro elektrárnu zvýšené náklady na odstraňování složky NO_x ze spalinových plynů, což se zcela určitě negativně promítne do výše výrobních nákladů. Do provozních nákladů rovněž negativně promlouvají rostoucí nároky na údržbu a opravy stárnoucího technologického zařízení elektrárny. Nákladové ukazatele výroby elektrické energie v klasických zdrojích se, vlivem klesajících investičních a provozních nákladů spojených s produkcí energie z obnovitelných zdrojů, ocitají pod stále větším tlakem na jejich snižování.

Z výše uvedených skutečností plynou pro současný podnik některé cíle, na jejichž splnění je v blízké budoucnosti potřeba se zaměřit. Jedná se zejména o ukončení dlouhodobého soudního sporu vedeného se SUAS ohledně ceny paliva a stanovení budoucí ceny této vstupní suroviny na takové úrovni, která bude současně přijatelná pro obě strany sporu. Cena paliva vstupuje zásadně do nákladových kalkulací finální produkce, nejistota spojená s jejím vývojem je značnou překážkou při úspěšném strategickém plánování. Se zpřísnujícími se emisními limity je zapotřebí v následujících několika letech generovat dostatečné finanční zdroje na pokrytí investic do technologií na odstraňování NO_x ze spalinových plynů. Tato skutečnost se výrazně promítne do ekonomických výsledků společnosti. Při nerealizaci těchto investic, je v důsledku značné penalizace překračování emisních limitů, ohrožena budoucí existence podniku. Tvorbu finanční rezervy je možné podpořit zejména zlepšením všech ekonomických ukazatelů produkce podniku, v tomto procesu sehraje klíčovou roli i sledování a optimalizace nákladů, jejichž část spojenou s produkcí tepla v kotlích s fluidním spalováním analyzuje následující text.

6. Fungování trhu s elektrickou energií

Hlavní vlastností elektrické energie, která ovlivňuje způsob obchodování s touto komoditou je její **neskladovatelnost**. Jedinou, v současné době technicky a ekonomicky efektivní metodou uchování většího množství elektrické energie je využití funkce přečerpávacích elektráren. Rovnováha v rozvodné síti je tedy podmíněna existencí vztahu, který stanoví, že celkový objem energie do rozvodné sítě dodané se musí rovnat celkovému součtu energie ze sítě odebrané a případným vzniklým ztrátám. Pouze v tomto případě jsou podmínky v rozvodné síti v rovnováze. Existuje-li v rozvodné síti přebytek výkonu (je odebíráno méně energie, než je vyrobeno) dochází k nárůstu frekvence v síti a naopak je-li v rozvodné síti nedostatek výkonu (je odebíráno více elektrické energie, než je vyrobeno) dochází k poklesu frekvence v síti, oba tyto stavy jsou dlouhodobě technicky nežádoucí (mohou vést k výpadkům v dodávkách elektrické energie postihující rozsáhlá území). K minimalizaci výskytu těchto negativních jevů jsou **energetické toky v národních energetických soustavách regulovány prostřednictvím dispečinků**, které pomocí určitých regulačních mechanismů zajišťují rovnováhu výkonu.

Další specifickou vlastností elektrické energie je způsob její dopravy. Ta je realizována prostřednictvím rozvodné sítě, kterou se elektrická energie šíří cestou nejmenšího elektrického odporu. Z tohoto důvodu nelze v jednotlivých odběrných místech jednoznačně identifikovat zdroj odebírané energie, jedná se tedy o **zcela homogenní produkt**.

Obchod s elektrickou energií díky těmto specifickým vlastnostem vyžaduje přesné informace o objemu elektrické energie, která je v daném okamžiku do sítě dodávána či naopak odebírána. Objemy vyrobené a odebrané elektrické energie jsou předmětem obchodních dohod mezi jednotlivými účastníky trhu. V případě vzniku odchylky od takto smluvně sjednaného odebraného množství elektrické energie jsou jednotlivé tržní subjekty povinny uhradit náklady spojené s objemem regulační energie, která byla v zájmu zachování rovnováhy energetické soustavy dodatečně vyrobena. Každý subjekt obchodující s elektrickou energií je zodpovědný za odchylku, kterou v síti způsobí. Tato odpovědnost může být i přenesená, a to v případě kdy je spotřebitelem maloobchodatel např. domácnost, ta využívá elektrickou energii dle vlastní potřeby, bez ohledu na okolnosti panující v rozvodné síti. Odpovědnost za ni přebírá obchodník (velkoobchod), se kterým má uzavřenu smlouvu o odběru. Obchodování s elektrickou energií lze tedy rozdělit na velkoobchodní a maloobchodní trh, přičemž všichni účastníci spadající do skupiny velkoobchodníků nesou odpovědnost za regulační odchylku, kterou svou

činností způsobí. Maloobchodní odběratelé jsou této povinnosti zproštěni a přenášejí ji na své velkoobchodní dodavatele [20].

Na trhu s elektrickou energií působí několik subjektů, mezi ně patří zejména producenti elektrické energie, obchodníci, odběratelé i řídicí a regulační autority. Popis činností všech účastníků energetického trhu je obsahem následujícího textu.

Výrobce elektrické energie provozuje tuto podnikatelskou činnost pouze s platnou licencí. V případě splnění všech podmínek, kterými je udělení licence podmíněno, má právo na připojení svého výrobního zařízení k síti a je mu poskytnuta určitá přepravní kapacita přenosové soustavy k přepravě elektrické energie k zákazníkovi. Kromě prodeje silové elektřiny může výrobce poskytovat i tzv. podpůrné služby. Jedná se o řízení výkonu energetického zdroje v držení výrobce (snižování či zvyšování dodávek elektrické energie do sítě) na požadavek provozovatele přenosové soustavy. Všechny energetické zdroje ve výrobním portfoliu ČEZ a. s. jsou dle požadavku provozovatele přenosové soustavy zatěžovány dle pokynů centrálního technického dispečinku ČEZ a. s., všechny výrobní tak v přenosové soustavě působí jako jeden velkokapacitní zdroj [17].

Obchodník s elektrickou energií podniká na základě podmínek stanovených v udělené obchodní licenci. Svou činnost provozuje na velkoobchodním i maloobchodním trhu. Objem všech realizovaných transakcí musí být pravidelně reportován operátorovi trhu s elektrickou energií.

Odběratelé jako další subjekty energetického trhu spotřebovávají elektrickou energii na základě smluvního vztahu s dodavatelem (výrobci, obchodníky). Každý odběratel má ze zákona právo na stabilní dodávku elektrické energie v odpovídající kvalitě.

Činnost **provozovatele distribuční soustavy** je rovněž řízena prostřednictvím licencovaných podmínek. Náplní této činnosti je zabezpečení bezpečného a kvalitního přenosu elektrické energie ke konečnému spotřebiteli. Území ČR je rozděleno do tří územních celků, ve kterých distribuční služby poskytují společnosti ČEZ Distribuce a. s., E.ON Distribuce a. s. a PRE Distribuce a. s. [18].

Provozovatel přenosové soustavy zajišťuje svou činností dispečerské řízení energetické soustavy na území daného státu. Dále pak spravuje a udržuje přenosovou soustavu na napětových hladinách 400kV, 220kV a vybraná vedení 110kV. Tato činnost je vykonávána na základě udělené licence, kterou obdrží pouze jeden subjekt (přirozený monopol). Na území ČR

vykonává činnosti provozovatele přenosové soustavy společnost ČEPS a. s. (Česká energetická přenosová soustava).

Mezi hlavní činnosti **operátora trhu** patří zajištění plynulého fungování trhu s elektrickou energií. To představuje zejména registraci účastníků trhu, zpracování dostupných dat o realizovaných transakcích a tvorbu obchodních diagramů (měření, vyhodnocování a rozúčtování vzniklých regulačních odchylek). Všechna data jsou následně poskytována všem účastníkům trhu [22]. Činnosti operátora trhu zajišťuje na našem území společnost OTE a. s. (Operátor trhu s energiemi).

V kompetenci **Energetického regulačního úřadu** je poskytování licencí všem licencovaným subjektům na trhu s elektrickou energií, stanovování cenových tarifů pro regulovanou část ceny elektrické energie. To je ta část ceny elektrické energie, u které není zajištěna cenová tvorba prostřednictvím hospodářské soutěže účastníků trhu, jedná se například o přenosové a distribuční služby, které jsou přirozenými monopoly [20].

Transakce realizované na **energetickém velkoobchodním trhu** lze obecně rozčlenit do dvou skupin. V první skupině se nachází obchodní vztahy realizované na tzv. **neorganizovaném trhu**. Ten se vyznačuje uzavíráním samostatných dvoustranných obchodních dohod, které nejsou omezovány pravidly. Zamýšlené transakce však musí být nahlášeny předem operátorovi trhu, ještě před jejich samotnou realizací. Tento způsob obchodování s sebou přináší určité komplikace v podobě hledání optimálního obchodního partnera, který bude ochoten splnit všechny specifické podmínky. V případě nalezení vhodného partnera lze ovšem dojednat obchod v takové podobě, ve které by při obchodování prostřednictvím burzy mohl jen velmi obtížně existovat. Velmi často jsou využívány standardizované EFET (The European Federation of Energy Traders) smlouvy [19], jejichž podmínky jsou předem stanoveny a účastníci obchodu akceptují pouze ty, na kterých se předem dohodli a které jim vyhovují. Neorganizovaný trh umožňuje i uzavírání obchodních smluv prostřednictvím služeb clearingových bank, která za poplatek zajišťují profinancování obchodů mezi stranami, které spolu dosud neobchodovali a nemají tudíž zkušenosti s vzájemným finančním vypořádáním a platební morálkou.

Organizovaný trh poskytuje všem účastníkům jednu centrální protistranu, kterou je **energetická burza** (v ČR to je Power Exchange Central Europe, PXE). Mezi hlavní úkoly burzy patří správa trhu, stanovování obchodních pravidel a zajišťování vypořádání obchodů. Obchody prostřednictvím burzy jsou realizovány jako tzv. **aukční** (stanovení průsečíku nabídko-

vých a poptávkových křivek jednotlivých účastníků aukce) nebo **průběžné** (nabídky a poptávky jsou párovány okamžitě, pokud je nalezena odpovídající protistrana).

Dlouhodobé obchody jsou uzavírány na delší časový horizont. obvykla se vypisují na období dvou až tří let. Takto uzavírané obchody slouží pro finanční zajištění dlouhodobé ceny elektrické energie. Vypořádání na tomto trhu nemusí být vždy realizováno prostřednictvím fyzické dodávky, ale může proběhnout prostřednictvím tzv. finančního vypořádání, kdy dochází k finančnímu vyrovnání rozdílů proti původnímu nákupu. Kontrakty, se kterými se obchoduje, jsou: futures, forwards, opce nebo CfD (Contracts for Difference) [28].

Na **krátkodobém trhu** se obchoduje v časovém horizontu několika hodin maximálně dnů. Na **blokovém trhu** se obchoduje s produkty: BASE LOAD – celodenní nabídka 24hodin denně/7dnů v týdnu, PEAK LOAD – nabídka ve špičkovém provozu od 8 do 20 hodin, nebo OFF-PEAK LOAD – nabídka mimo špičku od 20 do 8 hodin. **Denní trh** nabízí obchodování s dodávkou elektrické energie v jednodenním předstihu. Obchod je realizován jako soubor 24 aukcí (na každou hodinu nadcházejícího dne jedna aukce) a jeho výsledkem je stanovení hodinové ceny za zobchodované množství elektřiny na následující den. Na **vnitrodenním trhu** se uzavírají obchody na dodávku elektrické energie v daný den, minimálně jednu hodinu předem. Obchoduje se formou průběžného obchodování. Na **vyrovnávacím trhu** je centrální poptávka a nabídka řízena provozovatelem přenosové soustavy, a slouží k nákupu regulační energie pro stabilizaci výkonové bilance v přenosové soustavě. Obchody jsou uzavírány zpravidla 30 minut před zahájením dodávky [28].

Výše uvedené charakteristiky souvisí s **vnitrostátním trhem** s elektrickou energií, pro realizaci **nadnárodních obchodů** je nutno počítat ještě rovněž s přeshraničními přepravními kapacitami. Infrastruktura většiny národních elektrizačních soustav je v rámci daného území dostačující, k plnohodnotnému propojení s ostatními zeměmi však většinou nestačí. Z tohoto důvodu se k ceně obchodního kontraktu s elektrickou energií na mezinárodní úrovni přidává ještě cena za rezervaci přepravních kapacit k přenosu elektrické energie do země spotřeby. Integrační snahy v rámci Evropské unie směřují k vytvoření jednotného denního trhu s elektrickou energií. Oblast, ve které se přeshraniční přenos elektrické energie s úspěchem realizuje, se rozkládá na území mezi Portugalskem a Finskem. Vytvoření plně fungujícího denního trhu v západní a střední Evropě je otázkou velmi blízké budoucnosti.

Největším nebezpečím pro nově vznikající sjednocený trh je jeho hrozící deformace prostřednictvím nevhodných regulačních zásahů. Ekonomicky neopodstatněné dotace pro výrobce

elektrické energie z obnovitelných zdrojů, které mnohdy pokrývají celý objem výrobních nákladů, umožňují tlačit prodejní ceny energie směrem dolů. Konečný zákazník však tyto dotační prostředky uhradí v regulované složce koncové ceny elektrické energie, jejíž výše je určována prostřednictvím každoročního cenového výměru vydávaného na našem území Energetickým regulačním úřadem.

7. Technologie fluidního spalování

Snaha spalovat méně kvalitní uhlí s nízkou výhřevností a současně i s různorodými vlastnostmi byla podnětem k vývoji systému, který spočívá ve spalování paliva s nízkým obsahem hořlaviny a setrvání této hořlaviny po poměrně dlouhou dobu v aktivní zóně hoření a tím k dokonalému spalování. To stálo u zrodu fluidního spalování [25].

V současné době, kdy je kladen především důraz vyrábět elektrickou energii s ohledem na ekologii se prosazují pouze výrobní jednotky, které splňují požadavky tzv. „čisté technologie spalování“. U fluidních kotlů (schéma viz. příloha D) je jejich největší výhodou nízkoteplotní spalování při teplotě lože 850 °C, takto spalované drcené uhlí hrubší frakce společně s prachem potlačuje tvorbu NO_x a současně je vázán oxid siřičitý SO₂, vznikající spalováním síry obsažené v uhlí přímo v ohništi přidáváním mletého vápence. Mletý vápence, se v ohništi vlivem tepla nejprve rozloží a takto rozložený vápenec váže síru za vzniku síranu vápenatého (sádry). V ohništi vzniká ve vznosu fluidní vrstva - směs popela, uhlí, spalin a vzduchu. Spalování probíhá pomaleji než u klasických práškových kotlů. Fluidní vrstva lépe roznáší teplo a snižuje se tak teplota v ohništi. Množství popela, potřebného k udržení fluidní vrstvy je zajištěno tím, že se popel odlučuje v cyklonu a vrací se zpět přes sifon do ohniště, podle potřeby se popel z vrstvy odpouští. [25]

Fluidní kotle pro svůj provoz potřebují velké vzduchové ventilátory, které spotřebují velké množství elektrické energie. Ventilátory udržují fluidní vrstvu ve vznosu. Největší fluidní kotel s výkonem 350 t/h páry v ČR byl uveden do provozu v roce 1995 právě v elektrárně Tisová. Fluidní kotle se uplatňují hlavně na menších elektrárnách, kde výstavba nákladného odsiřovacího zařízení za kotlem není ekonomicky výhodná. [25]

Fluidní kotel K11

Atmosférický fluidní kotel s cirkulující vrstvou, který spaluje hnědé uhlí ze sokolovské hnědouhelné pánve je jedním ze dvou zdrojů páry elektrárny Tisová ETI I. Parametry kotle K11 jsou uvedeny v tab. 7.1. Fluidní kotel je schopen společně s uhlím spalovat i dřevní štěpku v množství do 20 % tepelného obsahu základního paliva, toto palivo není v současných nákladových podmínkách (vysoké náklady na nákladní automobilovou dopravu, nízká cena uhlí) využíváno. [10]

Konstrukce kotle navržená společností EVT Stuttgart se štíhlou a vysokou spalovací komorou s výškou 47 m, se vyznačuje dokonalým spalováním. Tím je způsobeno, že nedopal tohoto

kotle je velmi nízký. Tvar spalovací komory má pozitivní vliv i na cirkulaci vápence, proto dochází k dokonalému vypálení vápence a tím i k dokonalému využití vápna pro odsiřování. Účinnost odsiřování činí 85 - 90 %. Při provozu je nutno velmi přísně hodnotit vzduchovou bilanci kotle, aby bylo spalování účinné. Množství vzduchu přiváděného do kotle je měřeno a vyhodnocováno automatickým řídicím systémem kotle v algoritmech regulací [10].

Tabulka č. 7. 1 : Základní provozní parametry fluidního kotle K11.

Parametr	Jednotka	Hodnota
Parní výkon fluidního kotle	[t/h]	350
Tepelný výkon fluidního kotle	[MW _t]	262,13
Tlak přehřáté páry	[MPa]	9,42
Teplota přehřáté páry	[°C]	505
Rozsah automatického řízení P_{jm}	[%]	40 – 100
Vlastní spotřeba elektrické energie při P_{jm}	[MW/h]	7,157
Spotřeba vápence	[t/h]	8,450
Spalné teplo v uhlí Q_{st}	[MJ/kg]	9,75 – 13,75
Účinnost	[%]	91,6
Spotřeba paliva při daném P_{jm}, Q_{st} a účinnosti	[t/h]	95,5

Zdroj: vlastní zpracování dle [10], 2015. Pozn.: P_{jm} – jmenovitý parní výkon, Q_{st} – spalné teplo v uhlí

Fluidní kotel K12

Atmosférický kotel s cirkulující fluidní vrstvou, spalující sokolovské hnědé uhlí s možností spalovat dřevní štěpku v množství do 20 % tepelného obsahu základního paliva. Parametry kotle jsou uvedeny v tab. 7.2. K12 je nedílnou součástí technologického procesu výroby elektřiny a tepla ve výrobně ETI I. Konstrukce atmosférického fluidního kotle navržená společností LURGI se vyznačuje dokonalým spalováním. Dokonalé spalování je umožněno štíhlou a vysokou spalovací komorou s výškou komory 32 m. Stejně jako v případě předešlého kotle K11 je při provozu nutno velmi přísně hodnotit vzduchovou bilanci kotle, aby bylo spalování účinné. Množství vzduchu přiváděného do kotle je měřeno a vyhodnocováno řídicím systémem kotle v algoritmech regulací [11].

Tabulka č. 7.2 : Základní provozní parametry fluidního kotle K12.

Parametr	Jednotka	Hodnota
Parní výkon fluidního kotle	[t/h]	350
Tepelný výkon fluidního kotle	[MW _t]	262,13
Tlak přehřáté páry	[MPa]	9,42
Teplota přehřáté páry	[°C]	505
Rozsah automatického řízení P_{jm}	[%]	40 – 100
Vlastní spotřeba elektrické energie při P_{jm}	[MW/h]	6,286
Spotřeba vápence	[t/h]	8,450
Spalné teplo v uhlí Q_{st}	[MJ/kg]	9,75 – 13,75
Účinnost	[%]	93,4
Spotřeba paliva při daném P_{jm}, Q_{st} a účinnosti	[t/h]	82,24

Zdroj: vlastní zpracování dle [11], 2015. Pozn.: P_{jm} – jmenovitý parní výkon, Q_{st} – spalné teplo v uhlí

Z technických parametrů uvedených v předchozích tabulkách vyplývá, že při stejném parním i tepelném výkonu se oba kotle liší v objemu vlastní spotřeby elektrické energie, u K11 je hodinová vlastní spotřeba vyšší o více než 1 MW. Rozdíly jsou i v účinnosti obou kotlů, tento parametr je vyšší u K12 o téměř 2%, s touto skutečností úzce koresponduje i nižší hodinová spotřeba paliva tohoto kotle, rozdíl oproti K11 činí více než 13%. Je tedy patrné, že produkce páry prostřednictvím K12 je díky jeho technickým parametrům ekonomicky efektivnější. Rozdíl v technických parametrech obou kotlů je zapříčiněn zejména použitou technologií (tvar spalovací komory, dávkování paliva, odtah popelovin) a rozdílnými technickými prostředky (užití pohonů s vyšší energetickou účinností v případě K12).

8. Identifikace klíčových nákladových ukazatelů

Identifikace klíčových nákladových ukazatelů kotlů s fluidním spalováním vychází při respektování základních teoretických východisek obsažených v úvodu této diplomové práce, zejména z metodiky „Metodika zpracování kalkulace cen tepelné energie (ČEZ_ME_0975r00)“ [8] používané v ČEZ a. s. a rovněž také z informací obsažených ve Věstníku Energetického regulačního úřadu (ERÚ) [21]. Oba tyto zdroje informací obsahují totožný kalkulační vzorec, ze kterého lze klíčové nákladové ukazatel výroby tepelné energie v kotlích bezpečně identifikovat. Kalkulační vzorec je uveden na obr. 8.1.

Obr. č. 8.1.: Kalkulační vzorec pro výpočet nákladů výroby tepla.

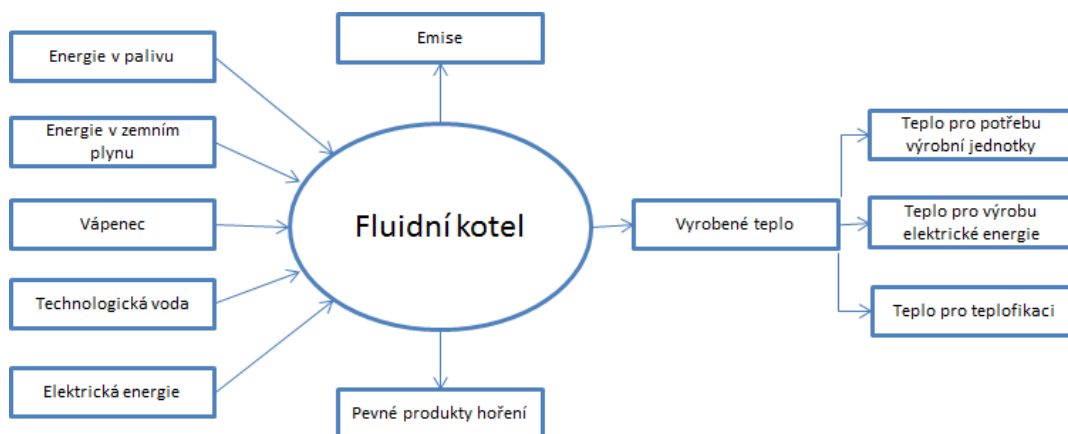
Kalkulační vzorec ceny tepelné energie (Kč), bez DPH
1. Proměnné náklady [Kč]
1. 1. Palivo
1. 2. Elektrická energie
1. 3. Technologická voda
1. 4. Nákup tepelné energie
1. 5. Ostatní proměnné náklady
2. Stálé náklady [Kč]
2. 1. Mzdy a zákonné pojištění
2. 2. Opravy a údržba
2. 3. Odpisy
2. 4. Nájemné
2. 5. Finanční leasing
2. 6. Zákonné rezervy
2. 7. Výrobní režie
2. 8. Správní režie
2. 9. Úroky
2. 10. Ostatní náklady

Zdroj: vlastní zpracování dle [8], 2015.

8. 1. Proměnné náklady

Identifikace a kvantifikace jednotlivých položek proměnných nákladů vychází z tzv. **energetické bilance** při výrobě tepla, která v sobě zahrnuje všechny vstupní (palivo, technologická voda, zemní plyn, elektrická energie, vápenec) a výstupní (popel, struska, kouřové plyny) suroviny spojené s procesem výroby tepelné energie v kotli s fluidním spalováním a současně **respektuje platné fyzikální zákony z oblasti tvorby a předávání tepla**. Platí zde také **zákon o zachování energie**, kdy měrná energie dodaná v palivu se v procesu přeměny transformuje na energii obsaženou v přehřáté páře (další využití v parní turbíně při výrobě elektrické energie), její množství je ovlivněno technickou účinností kotle a existencí případných ztrát. Zbytková energie pak odchází v podobě popela, strusky a horkých spalinových plynů. Proces přeměny tepelné energie obsažené v palivu na energii obsaženou v přehřáté páře je schematicky znázorněn na obr. 8.2.

Obr. č. 8.2.: Proces přeměny energie ve fluidním kotli.



Zdroj: vlastní zpracování dle [1], 2015.

Kalkulační jednicí pro proměnné náklady je jednotka parního výkonu na výstupu z kotle o velikosti **1GJ**. Postup při stanovení ceny jednotlivých položek proměnných nákladů byl následující. V případě, že byla cena dané vstupní suroviny (např. cena energetického vápence, cena technologické vody) zjistitelná z dostupných podnikových zdrojů, je uvedena v plné výši. V případě, kdy je **cena některé vstupní suroviny** (hnědé uhlí, zemní plyn) předmětem obchodního tajemství mezi ČEZ a. s. a některým externím dodavatelem, je její výše stanovena z ceny obvyklé (podobné průmyslové využití) pro dané časové období. Cena elektrické energie pro vlastní spotřebu se pak dle podnikové směrnice [8] pro výpočet nákladů výroby tepelné energie odvíjí od ceny této komodity pro příslušné časové období na energetické burze, v ČR to je Power Exchange Central Europe (PXE).

Spotřebované množství jednotlivých vstupních surovin, které následně figuruje ve výpočtu nákladové kalkulace, bylo zjištěno prostřednictvím softwarové aplikace firmy METSO (dodavatel systému automatického řízení technologie výroby v ČEZ a. s. elektrárna Tisová) s názvem DNA Tracer. Tato aplikace umožňuje sledovat a sumarizovat naměřené fyzikální hodnoty (množství, spotřebu elektrické energie, teplotu, tlak, průtok) v hodinových, denních, týdenních a měsíčních časových vzorcích. Výsledkem je pak přesné stanovení spotřeby jednotlivých nákladových položek a jejich snadná sumarizace (viz. přílohy A, B, C).

Objem vynaložených proměnných nákladů úzce souvisí s objemem finální produkce procesu nebo zařízení, u nějž je nákladová kalkulace realizována. V podmínkách výroby elektrické energie je objem finální produkce výrobního zařízení závislý na časovém úseku, po který je výrobní jednotka (kotel a turbogenerátor) v provozu a na míře jejího vytěžování (špičkový výkon v době nejvyšší denní spotřeby, minimální výkon např. v nočních hodinách). Rozhodnutí o zařazení či vyřazení zařízení z provozu či způsobu zatěžování jednotlivých zdrojů ve výrobním portfoliu ČEZ, s ohledem na jejich ekonomické (zejména nákladové) ukazatele, zajišťuje prostřednictvím dálkového řízení centrální technický dispečink ČEZ a. s. Celý systém řízení velice rychle reaguje na objem okamžité poptávky po elektrické energii, a s vazbou na její aktuální cenu (on-line propojení s energetickými burzami) je poptávané množství produkováno a předáváno zákazníkům (obchodníkům s elektrickou energií) prostřednictvím distribuční soustavy. Vyprodukovaná tepelná energie, skutečná roční provozní doba a její omezení v jednotlivých letech sledovaného období je zachycena v tab. 8.1.

Tabulka č. 8.1.: Provozní vytěžování kotlů K11 a K12 v období 2011 - 2013

Rok	Kotel	Vyrobená energie [GJ]	Zařízení v plánované opravě [h]	Skutečná provozní doba [h]	Provozní omezení		
					Odstávky na požadavek dispečinku [h]	Zařízení v poruše [h]	Vynucené odstavení [h]
2011	K11	1 731 393	1047	6921	128	529	135
	K12	1 843 913	548	7825	0	363	24
2012	K11	1 346 893	496	5891	1861	343	169
	K12	1 396 321	155	6214	2020	96	275
2013	K11	1 559 338	622	6682	666	471	320
	K12	1 383 088	724	6137	837	587	474

Zdroj: vlastní zpracování dle dat z DNA Tacer, 2014.

Konstrukce tabulky č. 8.1 vychází z tzv. **roční disponibilní doby** provozu, která se vypočte jako rozdíl mezi celkovým počtem hodin v daném roce a počtem hodin, kdy je zařízení v daném roce v plánované opravě. **Skutečná provozní doba** kotle je tvořena disponibilní dobou provozu kotle po odečtení všech časů **provozního omezení**. Tato doba je tedy ovlivněna počtem hodin odstávky provozního zařízení elektrárny na požadavek centrálního energetického dispečinku (přebytek elektrické energie v síti). Dalším faktorem, ovlivňujícím délku skutečné provozní doby, je **poruchovost technického zařízení výroby**, v případě poruchy parního kotle nelze produkovat dostatečné množství páry pro výrobu požadovaného množství elektrické energie. Posledním faktorem ovlivňující délku provozní doby kotle je tzv. vynucené odstavení, ke kterému dochází v případě poruchy na některé parní turbíně či generátoru, vzniká přebytek parního výkonu, vyrobené teplo není kde mařit, a proto musí být některý z kotlů v provozu dočasně odstaven.

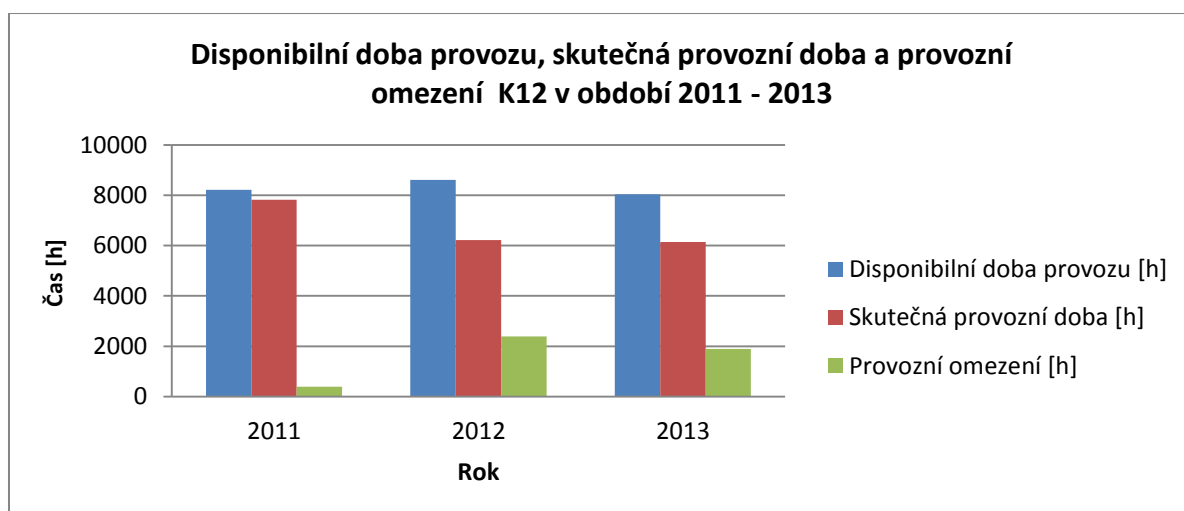
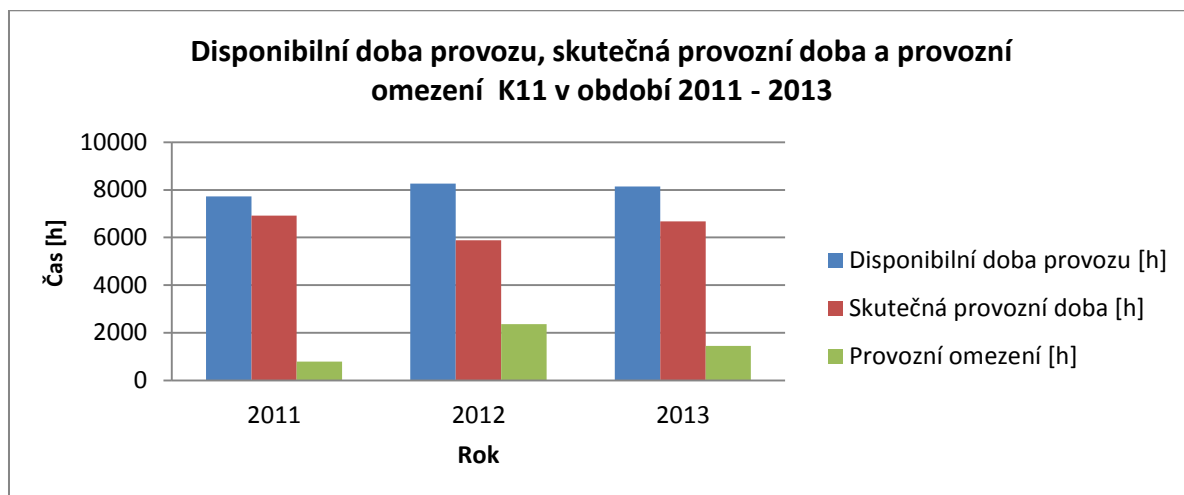
Jak vyplývá z tabulky č. 8.1, byl **K11** v roce **2011** v provozu téměř 90% z celkové roční disponibilní provozní doby (ta činila 7731 hodin⁴). Na požadavek dispečinku byl kotel mimo provoz pouze 1,6% z celkové roční disponibilní doby. Poruchové výpadky představují 6,8% z této disponibilní doby, vynucené odstavení potom 1,7%. V roce **2012** provozní doba činila 73% z roční disponibilní doby (8264 hodin), odstavení na požadavek dispečinku významně narostlo na 22% disponibilní provozní doby (**významný pokles poptávky po elektrické energii**), poruchové výpadky se snížily na 4% disponibilní provozní doby (**zlepšení systému údržby**) a vynucené odstavení činilo v tomto roce 2% disponibilní provozní doby. Rok **2013** představuje 82% hodin provozu z celkového počtu disponibilních provozních hodin (8138 hodin), odstavení na požadavek dispečinku se snížilo na 8,2%, poruchové výpadky pak v tomto roce představovaly 6% z disponibilní provozní doby (**v tomto roce se do poruchovosti negativně promítlo odložení některých plánovaných oprav v minulém roce v rámci finančních úspor**). Významně narostl i podíl vynuceného odstavení (4%), který byl způsoben **zvýšenou poruchovostí parních turbín na strojovně výrobní jednotky (zde měl nárůst poruchovosti stejnou příčinu jako na kotelně, tzn. nerealizace některých plánovaných oprav z důvodu úspory nákladů na údržbu zařízení)**.

K12 byl na počátku sledovaného časového intervalu, v roce **2011**, v provozu 95,3% z roční disponibilní provozní doby (8212 hodin), na požadavek dispečinku nebyl v tomto roce kotel odstaven. Poruchovost v tomto roce činila 4% a vynucené odstavení si vyžádalo pouze 0,3%

⁴ Roční disponibilní doba provozu je uvedena vždy v závorce.

zkrácení roční provozní doby. V roce **2012** byl kotel v provozu pouze 72% z disponibilní provozní doby (8605 hodin), na požadavek dispečinku došlo k 23% snížení roční provozní doby, což je oproti předchozímu roku markantní nárůst. Poruchovost poklesla na úroveň 1,1% roční provozní doby (**nízká poruchovost v důsledku zefektivnění systému údržby**) a vynucené odstavení v tomto roce představuje hodnotu 3,2% roční disponibilní provozní doby. Rok **2013** představoval 76% provozu z roční disponibilní provozní doby (8036), odstávky na požadavek centrálního energetického dispečinku činily 10,4% z disponibilní provozní doby, poruchové výpadky se promítly 7,3% omezením roční disponibilní provozní doby (**markantní nárůst poruchovosti zařízení oproti předchozímu roku**) a vynucené odstávky v tomto roce činily 6% roční disponibilní provozní doby.

Obr. č. 8. 3 : Disponibilní, skutečná provozní doba a provozní omezení K11 a K12 v letech 2011 - 2013.



Zdroj: vlastní zpracování dle dat z DNA Tracer, 2014.

Palivo

Palivo využívané k výrobě tepelné energie v kotlích s fluidním spalováním v elektrárně Tisová je hnědé uhlí ze Sokolovské hnědouhelné pánve, jehož dodavatelem je společnost Sokolovská uhelná a. s. (SUAS). Pro **výpočet nákladů na palivo** je potřeba znát **cenu paliva a spotřebované množství**. Při stanovení ceny paliva pro energetické účely (výroba tepelné a elektrické energie) se vychází z množství tzv. spalného tepla, které je v palivu obsaženo. Spalné teplo (Q_{st}) představuje takové množství tepla, které se uvolní dokonalým spálením jednotkového množství paliva. Uhlí dodávané ze Sokolovské uhelné pánve se vyznačuje nízkou kvalitou, spalné teplo v něm obsažené se pohybuje v rozmezí hodnot 9,75 – 13,75 MJ/kg, další charakteristickou vlastností je poměrně vysoká sirtatost (zvýšené náklady na odsíření spalinových plynů) a popelnatost (zvýšené náklady na ukládání odpadních produktů hoření – popelovin a energo-sádrovce). Tyto nízko-jakostní znaky se odráží v ceně, za kterou je tato vstupní surovina od SUAS nakupována. Pro účely výpočtu nákladů v této diplomové práci byla stanovena cena na úrovni **24 Kč/GJ** spalného tepla, tato cena se od současné obchodní ceny poněkud odlišuje, skutečná obchodní cena je jednak předmětem obchodního tajemství ČEZ a. s. a jednak je o její výši v současné době veden mezi ČEZ a. s. a SUAS dlouhotrvající soudní spor, v němž nebylo doposud rozhodnuto. Nicméně uvedená cena se k té skutečné svou hodnotou přibližuje a vypočtené výsledky ovlivňuje pouze v minimální míře. Vychází – li se z výše uvedených parametrů, tzn. z průměrné hodnoty spalného tepla obsaženého v uhlí a ceny za jeden gigajoul tohoto tepla, lze kalkulovat s **nákladovou cenou 270 Kč/t hnědého uhlí**. Hodnota tohoto parametru se ve sledovaném období 2011 - 2013 neměnila, protože cena vstupní suroviny je předmětem dlouhodobého kontraktu. Pro úplnost lze ještě uvést, že hodnota spalného tepla v dodávaném uhlí je pro daňové účely a pro účely efektivního řízení výrobního procesu zjišťována kontinuálně v průběhu dne, pravidelně opakovanými rozbory, v akreditované laboratoři v areálu elektrárny.

Dalším parametrem, který je pro přesné stanovení nákladů na palivo vstupující do procesu přeměny energie obsažené v uhlí na teplo nutné stanovit, je spotřebované množství paliva. **Výsledný objem spotřeby uhlí je ovlivněn zejména rozdílnou hodinovou spotřebou paliva obou kotlů** (viz. tab. 7.1 a tab. 7.2) a rozdílnou provozní dobou obou kotlů ve sledovaném období (viz. tab. 8.1).

Měření spotřeby je realizováno prostřednictvím přesných pásových vah na několika místech palivové cesty mezi výsypkou železničních vagónů a zásobníky paliva jednotlivých kotlů. **Sledování spotřeby paliva jednotlivých kotlů v denním, týdenním či měsíčním souhrnu**

je možné prostřednictvím aplikace DNA Tracer. Pro daňové účely a pro účely efektivního řízení výrobního procesu se sleduje množství paliva odebraného od dodavatele, na skládce a v zásobnících surového uhlí jednotlivých kotlů.

Dle cenového rozhodnutí ERÚ [21] je pro účely stanovení ekonomicky oprávněných nákladů na palivo při výrobě tepelné energie potřeba do těchto nákladů zahrnout i **náklady na dopravu**, dále pak **spotřební nebo ekologickou daň**⁵ (pokud výrobce nemůže být od těchto daní osvobozen) a rovněž dodatečné náklady za překročení nebo neodebrání sjednaného množství paliva. V případě kolísání cen paliv a energií zahrnovaných do ekonomicky oprávněných nákladů v kalkulaci nákladů při výrobě tepelné energie lze tyto ceny v kalendářním roce časově průměrovat s tím, že cena paliv a energií nesmí být za dané období záměrně zvýšena.

S využitím výše uvedených informací lze konstruovat tabulku vývoje nákladů na palivo ve sledovaném období 2011 – 2013 (viz tab. 8. 2).

Tabulka č. 8.2: Vývoj nákladů na palivo K11 a K12 v období 2011 - 2013.

Kotel	Rok	Cena [Kč/t]	Spotřeba [t]	Náklady na palivo [tis. Kč]	Náklady doprava [tis. Kč]	Celkové náklady na palivo [tis. Kč]
K11	2011	270	660 956	178 458	1 322	178 459
	2012		562 591	151 899	1 237	151 901
	2013		638 131	172 265	1 595	172 297
K12	2011	270	643 528	173 753	1 287	173 754
	2012		511 039	137 981	1 124	137 982
	2013		504 707	136 271	1 262	136 272

Zdroj: vlastní zpracování dle dat z DNA Tracer, 2014.

Krom ceny vstupní suroviny a spotřebovaného množství do výsledné nákladové kalkulace vstupují i náklady na dopravu, ty se vlivem rostoucích cen v železniční přepravě u dodavatele v letech 2011 a 2012 meziročně zvýšily o 10%, v letech 2012 a 2013 dokonce o 14%.

Elektrická energie

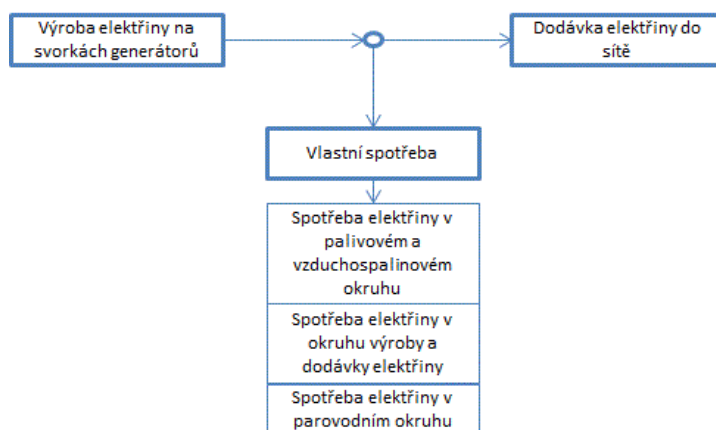
U fluidních kotlů, jako technických zařízení pro přeměnu energie vázané v hnědém uhlí na energii obsaženou v přehřáté vodní páře, představuje spotřeba elektrické energie významnou nákladovou položku. V tomto případě hovoříme o tzv. vlastní spotřebě elektrické energie. Jedná se o **spotřebu elektřiny bezprostředně související s výrobou a dodávkou elektřiny** (včetně spotřeby v průběhu najíždění a odstavování zařízení). Vyrobená elektrická energie na

⁵ Dle zákona č. 261/2007 Sb. v pozdějším znění, o stabilizaci veřejných rozpočtů, je výroba elektrické energie od daně z paliv osvobozena.

svorkách turbogenerátorů (elektrický generátor spřažený s parní turbínou, viz. příloha F) se dělí na energii dodávanou přímo do sítě a na energii spotřebovanou pro vlastní výrobu elektrické a tepelné energie – úpravu a transport paliva, provozních hmot a vedlejších energetických produktů a úpravu spalin. Základní bilance elektrické energie při výrobě tepla je dle metodiky ČEZ a. s. [1] zachycena na obr. č. 8. 4. Otázkou, je v tomto případě, opět způsob stanovení **objemu spotřebované elektrické energie** pro vlastní spotřebu a také **identifikace ceny**, pro výslednou nákladovou kalkulaci této položky.

Objem spotřebované elektrické energie pro vlastní spotřebu jednotlivých kotlů byl stanoven měřením a sumarizací této hodnoty, v měsíčním souhrnu, prostřednictvím softwarového prostředku DNA Tracer. Došlo k měření měsíční spotřeby celé blokové rozvodny (napájí vždy pohony jednoho kotle a jednoho turbogenerátoru) a tato hodnota byla posléze očištěna o hodnotu vlastní energetické spotřeby turbogenerátoru, která není pro kalkulaci nákladů vlastní spotřeby elektrické energie kotle důležitá. Takto lze objem vlastní spotřeby jednotlivých kotlů identifikovat s dostatečnou přesností. Množství spotřebované energie, stejně tak jak je tomu u spotřeby paliva, je přímo závislé jednak na energetické účinnosti provozovaného technologického zařízení a také na délce provozní doby kotle.

Obr. č. 8. 4 : Bilance elektrické energie při výrobě tepla.



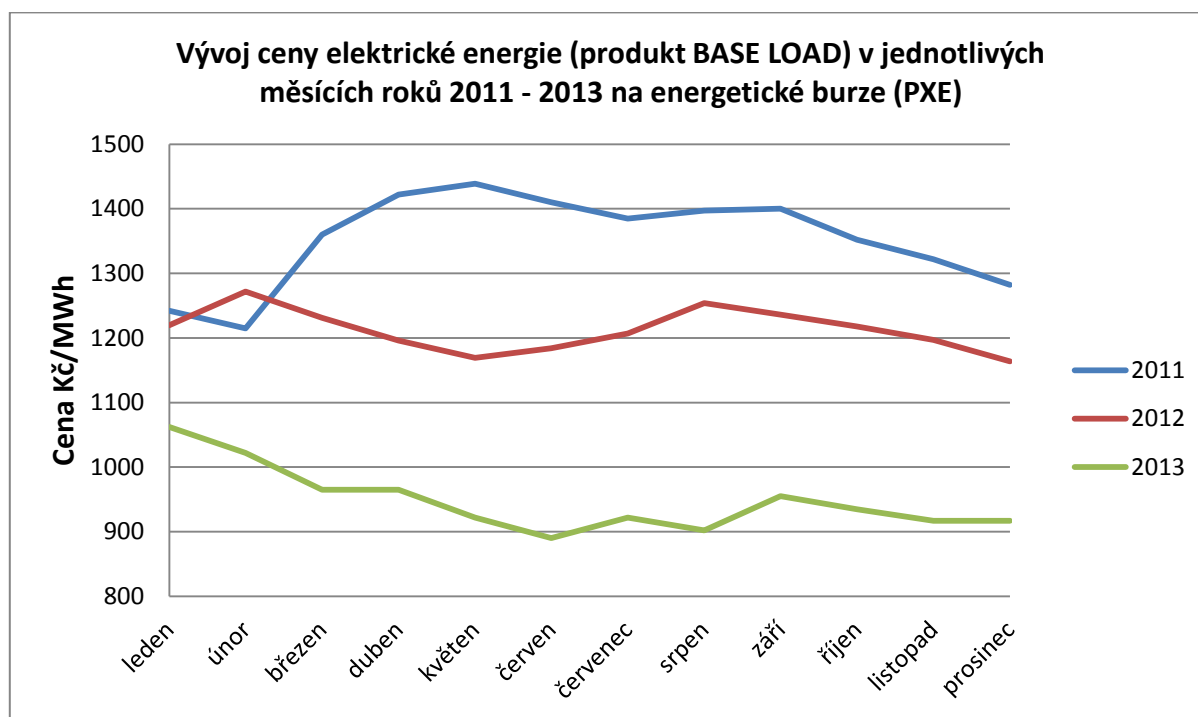
Zdroj: vlastní zpracování dle [1], 2015.

Cena elektrické energie pro kalkulaci nákladů vlastní spotřeby elektrické energie při produkci tepla, se dle metodiky ČEZ a. s. [8] odvíjí od ceny elektrické energie na energetické burze (PXE). Za rozhodující se považuje cena produktu BASE LOAD, což je dodávka 24 hodin denně, 7 dnů v týdnu. Vývoj této ceny ve sledovaném období, mezi roky 2011 – 2013 zachycuje graf na obr. č. 8. 5. Z grafu je patrný každoroční pokles ceny elektrické energie obchodované na energetické burze, obzvlášť markantní je v roce 2013. Tento pokles cen je

vyvolán převisem nabídky elektrické energie na středoevropském liberalizovaném trhu s elektrickou energií nad poptávkou. Oslabení poptávky po elektrické energii je průvodním jevem doznívající celosvětové ekonomické krize a je vyvoláno zejména poklesem objemu výroby v energeticky náročných odvětvích průmyslu a strojírenství a citelným omezením spotřeby domácností. **Pokles ceny elektrické energie snižuje náklady na vlastní spotřebu při produkci tepla**, na druhé straně ovšem způsobuje i **pokles hospodářských výsledků** elektrárenské společnosti ČEZ a. s. a významně **promlouvá do rentability některých produkčních procesů**.

Do ceny elektrické energie spotřebované při výrobě elektrické energie a tepla se nepromítá daň z elektrické energie. Dle zákona č. 261/2007 o stabilizaci veřejných rozpočtů v jeho pozdějším znění je elektrické energie využítá k tomuto účelu od daně z elektrické energie osvobozena. Pro daňové účely je pouze sledován objem spotřeby, takto osvobozené energie.

Obr. č. 8. 5 : Vývoj ceny elektrické energie BASE LOAD (PXE).



Zdroj: vlastní zpracování dle [23], 2015.

Vývoj ročních provozních nákladů spojených se spotřebou elektrické energie, v závislosti na velikosti vlastní spotřeby a vývoji ceny této komodity na energetické burze v jednotlivých letech sledovaného období je zachycen v tab. č. 8. 3.

Tabulka č. 8. 3. : Roční náklady vlastní spotřeby elektrické energie v letech 2011 – 2013.

Rok	Kotel	Vlastní spotřeba elektrické energie [MWh]	Průměrná roční cena elektrické energie [Kč/MWh]	Náklady na spotřebovanou el. energii [tis. Kč]
2011	K11	49 534	1 352	66 970
	K12	49 188		66 502
2012	K11	42 162	1 212	51 100
	K12	39 061		47 342
2013	K11	47 823	948	45 336
	K12	38 577		36 571

Zdroj: vlastní zpracování dle dat z DNA Tracer, 2015

Z výše uvedené tabulky č. 8. 3 je dobře patrná závislost objemu celkových nákladů vlastní spotřeby elektrické energie u jednotlivých kotlů na objemu vlastní spotřeby v daném roce a velikosti průměrné roční ceny elektrické energie pro vlastní spotřebu. Tyto náklady **patří svým objemem, mezi největší nákladové položky proměnných provozních nákladů** při výrobě páry ve fluidních kotlích.

Z tabulky je rovněž patrný pokles objemu nákladů na elektrickou energii pro vlastní spotřebu u obou kotlů mezi roky 2011 - 2013. To je způsobeno jednak **klesající roční provozní dobou** (omezení výroby elektrické energie ze strany centrálního technického dispečinku ČEZ v důsledku snížené poptávky po elektrické energii – zřejmý je meziroční propad zejména mezi roky 2011 a 2012, který u K11 činil 1030 provozních hodin, u K12 to pak bylo dokonce 1611 provozních hodin) a také **klesající cenou elektrické energie na energetické burze**, zde bylo největšího meziročního rozdílu dosaženo mezi roky 2012 – 2013, rozdíl činil 264 Kč/MWh (viz. tab. 8. 3).

Zemní plyn

Zemní plyn je využíván k zapálení kotle (dosažení provozní teploty fluidního lože před započítáním dávkování uhlí) a ke stabilizaci hoření ve fluidní vrstvě v případě dávkování mokrého nebo nekvalitního paliva. **Finanční objem této proměnné nákladové položky je závislý na spotřebovaném množství a nákladové ceně komodity.**

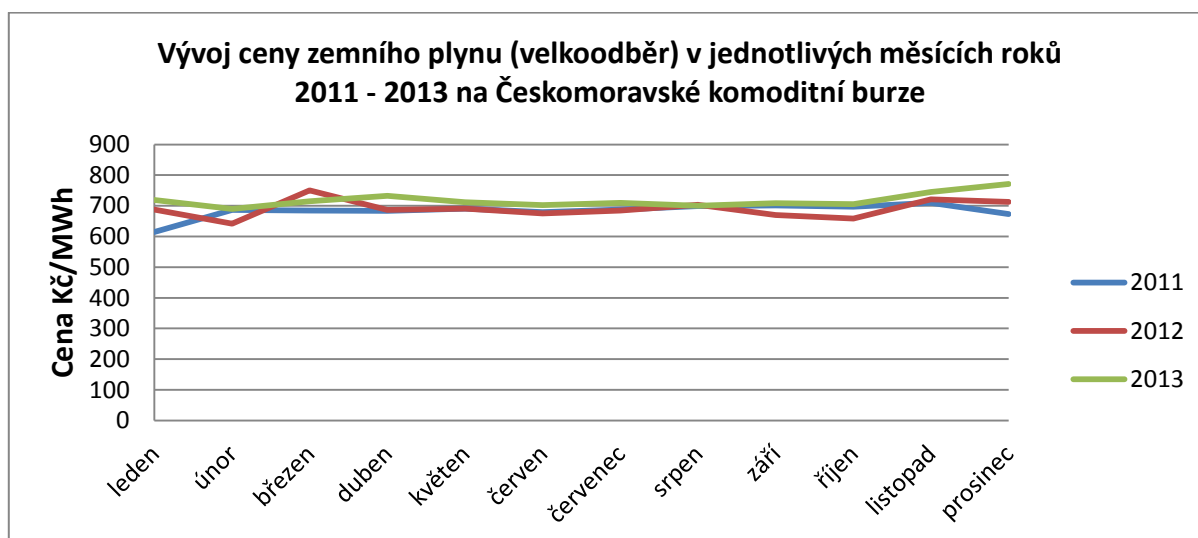
Spotřeba zemního plynu u obou kotlů byla ve sledovaném období zjišťována opět prostřednictvím softwarového prostředku DNA Tracer – měřeními a sumarizací průtoku plynu na vstupu do plynových hospodářství obou kotlů v měsíčních intervalech. Výsledkem byla měsíční spotřeba zemního plynu jednotlivých kotlů v m³. **Celková měsíční spotřeba** kotle je

ovlivněna **počtem najetí do provozu** v daném měsíci, stavem resp. **teplotou najížděného kotle** – teplý, poloteplý, studený (ovlivňuje velikost spotřeby zemního plynu při procesu najíždění do provozu) a kvalitou (obsah vody) paliva v daném období (větší spotřeba plynu bývá vzhledem k vlivu klimatických podmínek na kvalitu paliva v zimních a jarních měsících).

Nákladová cena za množstevní jednotku, která je v případě zemního plynu Kč/MWh, je předmětem dlouhodobého dodavatelsko-odběratelského kontraktu mezi RWE a. s. a ČEZ a. s. Z tohoto důvodu je specifikace ceny za odebrané množství zemního plynu předmětem obchodního tajemství, její přesnou výši nelze pro účely této práce využít. Nákladová cena za množstevní jednotku byla z tohoto důvodu nahrazena cenou obvyklou pro daný účel užití (velkoodběr – spotřeba v odběrném místě vyšší než 630 MWh/rok) a dané časové období a byla stanovena z údajů získaných prostřednictvím OTE [22] (vývoj ceny zemního plynu – viz graf na obr. 8. 11). Je rovněž potřeba zmínit, že plyn užívaný při výrobě elektrické energie a tepla je dle zákona č. 261/2007 Sb. o stabilizaci veřejných rozpočtů, v jeho pozdějším znění, od daně ze zemního plynu osvobozen.

Pro přesné stanovení objemu nákladů za tuto položku bylo ještě potřeba přepočíst spotřebované množství zemního plynu uvedené v m³ na MWh. V tomto přepočtu je využito tzv. koeficientu objemového spalného tepla v zemním plynu, který činí 0,01055 MWh/m³. Hodnotou tohoto koeficientu je vynásobena zjištěná měsíční spotřeba zemního plynu v m³. Výsledkem je pak měsíční spotřeba plynu uvedená v MWh (tento přepočet byl využit při konstrukci tab. č. 8. 4).

Obr. č. 8. 11. : Vývoj ceny zemního plynu – velkoodběr v letech 2011 – 2013.



Zdroj: vlastní zpracování dle [22], 2015.

Tabulka č. 8. 4. : Roční náklady za spotřebu zemního plynu K11 a K12 v letech 2011 – 2013.

Rok	Kotel	Spotřeba zemního plynu [m ³]	Spotřeba zemního plynu [MWh]	Průměrná roční cena zemního plynu [Kč/MWh]	Celkové náklady na zemní plyn [tis. Kč]
2011	K11	502 403	5 378	684	3 678
	K12	177 544	1 900		1 300
2012	K11	485 715	5 199	688	3 577
	K12	422 133	4 518		3 108
2013	K11	479 711	5 135	718	3 687
	K12	338 778	3 627		2 604

Zdroj: vlastní zpracování dle dat z DNA Tracer, 2015.

Z grafu na obr. 8. 11 je dobře patrné kolísání ceny plynu na komoditní burze ve sledovaném období okolo hodnoty 700 Kč/MWh, nákladovou cenu lze z tohoto důvodu považovat do značné míry za stabilní. Meziroční změnu v hodnotách souhrnných nákladů tedy **nejvíce ovlivňuje objem roční spotřeby**. Nejnižší spotřebu nákladů na zemní plyn lze sledovat v průběhu roku 2011 na K12, to bylo způsobeno zejména **stabilním provozem** v tomto období s minimálním počtem odstávek zařízení. **Zvýšený počet odstávek obou kotlů v roce 2012** (nucený útlum výroby ze strany centrálního technického dispečinku ČEZ), měl za následek růst nákladů na spotřebu zemního plynu (nárůst o 34% oproti roku 2011). V roce 2013 se i přes zvýšení průměrné ceny zemního plynu na komoditní burze (meziročně o 4%) podařilo udržet náklady pod úroveň roku 2012 a to o 6%, zde se opět projevil vliv **častějšího odstávování zařízení a to zejména z důvodu zvýšené poruchovosti výrobního zařízení** (negativní efekt snížených nákladů na plánované opravy).

Technologická voda

Pro výrobu páry, jako nosného média pro přeměnu energie obsažené ve fosilním palivu na energii elektrickou, je zapotřebí velkého množství tzv. technologické vody. Provoz kotle v jeho špičkovém parním výkonu 350 t/h vyžaduje kontinuální dopájení technologickou vodou v minimálně stejném množství, jaké je množství vyrobené páry. Energie akumulovaná v páře je prostřednictvím turbogenerátoru transformována na energii elektrickou a zbytkové teplo je využito k vytápění a ohřevu teplé užitkové vody prostřednictvím tzv. centrálního zásobování teplem (obce v přilehlém okolí elektrárny napojené na pátevní parovod). Pára po předání energie v ní obsažené kondenzuje zpět na vodu a vzniká tzv. kondenzát, ten je znovu využit k dopájení kotlů. Během tohoto procesu vznikají ztráty, jednak při samotné transformaci energie parní na elektrickou, ale také a to zejména, v parním okruhu centrálního zásobo-

vání teplem (poruchy na potrubí, technologické ztráty). Objem takto vzniklých ztrát dosahuje 30% objemu dodávané technologické vody, tzn., že pouze 70% kondenzátu je zpětně využito při výrobě páry a zbylých 30% je potřeba znovu doplnit nově upravenou technologickou vodou.

V procesu úpravy je surová voda čerpaná z řeky Ohře zbavena všech nežádoucích složek (filtrace a demineralizace - omezení korozivních účinků vody na výrobní zařízení), tak aby byla použitelná v parním okruhu kotlů a turbogenerátorů. **Náklady spojené s touto úpravou jsou alokovány na profit-centrum Vodní hospodářství** a do provozních nákladů kotlů K11 a K12 se promítají jako konečná cena za upravenou tunu demineralizované vody. Celkový objem nákladů na tuto položku se tedy odvíjí od **spotřebovaného množství** a **vstupní ceny** za 1 tunu upravené technologické vody, která je kalkulována profit-centrem Vodní hospodářství. **Celková spotřeba obou kotlů v denním, týdenním, měsíčním a ročním souhrnu byla stanovena prostřednictvím softwarového prostředku DNA Tracer.** K identifikaci spotřebovaného množství technologické vody bylo využito měření průtoku napájecí vody na vstupu do jednotlivých kotlů. Konstrukce celkových nákladů na tuto proměnnou nákladovou položku je patrná z tab. č. 8. 5.

Tabulka č. 8. 5. : Roční náklady na technologickou vodu K11 a K12 v letech 2011 – 2013.

Rok	Kotel	Spotřeba technologické vody [t]	Náklady na 1 tunu technologické vody [Kč]	Celkové náklady na zemní plyn [tis. Kč]
2011	K11	577 178	24,7	14 256
	K12	614 687		15 183
2012	K11	449 000	28,5	12 796
	K12	465 474		13 266
2013	K11	519 821	26,9	13 983
	K12	461 066		12 403

Zdroj: vlastní zpracování dle dat z DNA Tracer , 2015.

Rozdíly v ceně za 1 tunu upravené technologické vody v jednotlivých letech sledovaného období jsou zapříčiněny meziročním **kolísáním cen vstupních surovin** (zejména chemikálií a provozních látek) pro úpravu vody. Spotřeba v jednotlivých letech je stejně, jak je tomu u ostatních proměnných nákladových položek, úzce svázána s délkou provozní doby a objemem vyrobené páry v daném roce.

Vápenec

Další složkou proměnných nákladů jsou náklady spojené s provozní spotřebou surového energetického vápence. Ten je v procesu výroby elektrické energie z fosilních paliv využíván pro omezení obsahu znečišťujících látek (oxidy síry), vznikajících spalováním hnědého uhlí, v spalinových plynech. Technologie fluidního spalování v elektrárně Tisová využívá tzv. **suchou odsiřovací cestu**, kdy je vápenec přidáván přímo do ohniště a k zachycení oxidů síry dochází přímo ve spalovací komoře. Dodavatelem mletého a upraveného vápence je dceřiná společnost ČEZ a. s. a součást konsolidačního celku Skupiny ČEZ, společnost Lomy Mořina, spol. s.r.o. Cena za tuto surovinu je součástí dlouhodobého obchodního kontraktu na roky 2010 - 2015 a byla stanovena na úrovni 897,- Kč za tunu odebraného materiálu, k ceně suroviny je potřeba přičíst náklady na dopravu.

Celková spotřeba vápence v odsiřovacím procesu jednotlivých kotlů byla zjištěna prostřednictvím sumarizace denního datového výstupu ze softwarového prostředku DNA Tracer. **Objem spotřebovaného vápence je závislý na kvalitě paliva**, zejména na obsahu síry v něm obsažené. Sokolovské hnědé uhlí, které je ve výrobní jednotce spalováno, patří obsahem síry v rozmezí 0,9 - 1,45% z objemového množství [27] mezi nejvíce sirnatá fosilní paliva těžená na území ČR. Z tohoto důvodu **je spotřeba vápence vyšší než u jiných výrobních jednotek ve výrobním portfoliu ČEZ a. s.** spalujících hnědé uhlí z jiných uhelných revírů. Vápenec je dávkován přímo do spalovací komory, velikost dávky je řízena prostřednictvím automatického systému řízení kotle a je závislá na obsahu síry (SO₂) ve spalínách. Na správném dávkování vápence je přímo závislý obsah znečišťujících látek ve spalínách kotle, při překročení emisních limitů je zdroj znečištění, dle platné legislativy, penalizován, což se negativně projevuje v objemu provozních nákladů při výrobě páry.

Tabulka č. 8. 6. : Roční náklady na spotřebu vápence K11 a K12 v letech 2011 – 2013.

Rok	Kotel	Spotřeba vápence [t]	Cena vápence [Kč/t]	Náklady na vápenec [tis. Kč]	Náklady doprava vápence [tis. Kč]	Celkové náklady na vápenec [tis. Kč]
2011	K11	58 482	897	52 458	3 509	52 462
	K12	66 121		59 310	3 968	63 278
2012	K11	49 779		44 652	2 986	47 638
	K12	52 508		47 100	3 150	50 250
2013	K11	56 463		50 647	3 388	54 035
	K12	51 858		46 517	3 111	49 628

Zdroj: vlastní zpracování dle dat z DNA Tracer, 2015.

Z údajů uvedených v tabulce č. 8. 6 je patrná přímá závislost objemu spotřebovaného vápence na objemu vyprodukované energie. Nejmenší objem spotřeby vápence a s tím spojené nejnižší provozní náklady na tuto surovinu byl zaznamenán v roce 2012 na K11 (celkové náklady 47 638 tis. Kč), v tomto roce byl realizován **největší nucený útlum výroby ze strany centrálního technického dispečinku ČEZ** (nízká poptávka po elektrické energii). Naopak nejvyšší spotřeby a tím i nejvyšších provozních nákladů za spotřebu vápence bylo dosaženo v roce 2011 na K12 (63 278 tis. Kč), s touto skutečností koresponduje **nejvyšší objem vyprodukované energie** (1 843 913 GJ/rok), v tomto roce se v oblasti výroby elektrické energie ještě plně nepromítnul **útlum průmyslové výroby v důsledku globální ekonomické krize**.

Ostatní proměnné náklady

Do této položky lze zařadit všechny ostatní náklady, které jsou **přímo závislé na množství vyrobeného dodávkového tepla** (parní energie) pro výrobu elektrické energie a dálkové vytápění. V této skupině jsou zařazeny **náklady na ukládání popelovin a produktů hoření, poplatky za vypuštěné emise dle znění zákona č. 86/2002 Sb. o ochraně ovzduší, poplatky za vypouštění odpadních vod dle znění vyhlášky č. 110/2005⁶ o poplatcích za vypouštění odpadních vod do vod povrchových a také odvody daně darovací za emisní povolenky** (výši ceny emisní povolenky pro identifikaci objemu daňové povinnosti stanoví ve svém věstníku Energetický regulační úřad).

Kromě nákladů na ukládání popelovin jsou všechny ostatní nákladové položky produktem regulatorního a legislativního procesu evropských a domácích úřadů, které se snaží omezit negativní vliv výroby elektrické energie v klasických elektrárnách na životní prostředí. Tyto náklady jsou produktem externího procesu, jehož důsledky na vlastní provoz může výrobní jednotka jen velmi těžko ovlivnit. Jedinou možností optimalizace těchto nákladů jsou masivní investice do výrobní technologie, proto je objem těchto nákladů a zejména predikce jejich vývoje otázkou při tvorbě dlouhodobé strategie podniku. Všechny výše zmíněné nákladové položky jsou souhrnně uvedeny v následující tabulce.

⁶ Od 1. 6. 2012 byla tato vyhláška nahrazena vyhláškou č. 123/2012

Tabulka č. 8. 7. : Ostatní proměnné náklady K11 a K12 v letech 2011 - 2013.

Rok	Kotel	Ostatní proměnné náklady [v tis. Kč]
2011	K11	7 701
	K12	6 828
2012	K11	6 225
	K12	6 317
2013	K11	6 767
	K12	5 586

Zdroj: vlastní zpracování dle vnitřní dokumentace ČEZ a.s., 2015.

8.2. Stálé náklady

Stálé náklady produkce tepelné energie obsažené v páře při výrobě elektrické energie jsou dle Věstníku Energetického regulačního úřadu definovány jako: " *Stálé ekonomicky oprávněné náklady v ceně tepelné energie při bezpečné, hospodárné a spolehlivé výrobě nebo rozvodu tepelné energie, které nejsou přímo závislé na množství vyprodukované tepelné energie*"⁷.

Ekonomicky oprávněnými náklady jsou chápány náklady nezbytné pro výrobu tepelné energie v daném kalendářním roce, **kteří vycházejí z účetnictví vytvořeného v souladu s Českými účetními standardy**. Stálé – přímé náklady jednotlivých výroben jsou mezi jednotlivé výrobní jednotky (kotle) alokovány v poměru výkonů jednotlivých výrobních jednotek přepočtených na příkon v palivu. Stálé – režijní náklady jsou mezi jednotlivé výrobní jednotky rozdělovány v poměru objemů užitečných dodávek z jednotlivých výroben a následně v poměru energie dodané v teple, vztaženo k dodávce na prahu jednotlivých výrobních jednotek. Hlavní položky této nákladové skupiny jsou zřejmé z kalkulačního vzorce, který je znázorněn na obr. 8.1 v kapitole č. 8. Identifikace klíčových nákladových položek. Stálá složka nákladů je vztažena na jednotkové množství tepelné energie, v tomto případě na 1GJ vyrobeného tepla. Mezi stálé náklady lze zahrnout:

Mzdy a zákonná pojištění – tato položka stálých nákladů obsahuje pouze **náklady na mzdy a zákonná pojištění přímo související s výrobou a rozvodem tepelné energie** v dané výrobě. Část nákladů na mzdy a zákonná pojištění lze alokovat přímo na jednotlivé kotle (každý člen obslužného personálu je přidělen k obsluze konkrétního kotle), zbývající stálé náklady na mzdy a zákonná pojištění jsou alokovány dle výše uvedeného postupu.

⁷ Věstník Energetického regulačního úřadu (2011), str. 6

Tabulka č. 8. 8 : Mzdy a zákonná pojištění K11 a K12 v letech 2011 - 2013.

Rok	Kotel	Mzdy a zákonná pojištění [v tis.Kč]
2011	K11	14 242
	K12	17 407
2012	K11	15 731
	K12	15 690
2013	K11	16 861
	K12	15 432

Zdroj: vlastní zpracování vnitřní dokumentace ČEZ a. s., 2015.

Rozdíl ve mzdových nákladech mezi K11 a K12 v roce 2011 **byl zapříčiněn nárůstem přesčasové práce** (dlouhodobá nemoc několika pracovníků a vyšší provozní vytížení kotle K12 během roku). Z tohoto důvodu jsou také souhrnné mzdové náklady v roce 2011 vyšší než v roce následujícím. Meziroční **nárůst souhrnných mzdových nákladů** mezi roky 2012 a 2013 v rozsahu 2,8% byl zaznamenán **v důsledku platnosti kolektivní smlouvy**, která tento meziroční růst mzdových prostředků garantovala.

Opravy a údržba - Velký objem nákladů na údržbu zařízení v daném roce je výsledkem plánovacího procesu z předchozích let, zde se jedná o tzv. **plánovanou údržbu**. Dále je v této nákladové položce zachycena i tzv. **nahodilá údržba**, která je prováděna v průběhu roku, nastanou-li v důsledku neplánované odstávky zařízení podmínky vhodné k provedení některých úkonů údržby, které nejsou za běžného provozu proveditelné (hrozí poškození zařízení nebo zranění obslužného personálu). Objem nákladů na údržbu zařízení je v tab. 8. 9 zachycen v souhrnu nákladů za materiál i práci dodavatelské firmy (u ČEZ a. s. je **aplikován dodavatelský systém oprav a údržby výrobního zařízení**).

Alokace nákladů na opravy se řídí několika základními principy vycházejícími z české účetní legislativy. Nelze uplatnit náklady na opravu tepelného zařízení, u něhož trvá odpovědnost za vady nebo záruka za jakost. V případě, že odpovědnost za vady nebo záruka za jakost nemůže být uplatněna, lze tyto náklady na opravu promítnout v kalkulaci nákladů vyrobené tepelné energie v kalendářním roce, ve kterém tuto skutečnost zcela prokáže. Za opravu se nepovažují úpravy majetku ve smyslu rekonstrukce, modernizace, popřípadě dokončení nástavby či přístavby majetku. Za opravu se nepovažuje ani výměna majetku, který je veden v účetnictví jako samostatná movitá věc nebo součást souboru movitých věcí se samostatným technicko-

ekonomickým určením [9]. Objem nákladů na opravy je opět uveden v souhrnu (materiál na opravy a práce dodavatelské firmy).

Tabulka č. 8. 9 : Náklady na opravy a udržování K11 a K12 v letech 2011 - 2013.

Rok	Kotel	Náklady na údržbu [v tis.Kč]	Náklady na opravy [v tis.Kč]	Celková náklady na opravy a udržování [v tis.Kč]
2011	K11	17 622	3 796	21 418
	K12	12 697	5 315	18 012
2012	K11	14 622	2 924	17 546
	K12	11 913	1 823	13 736
2013	K11	13 115	2 746	15 861
	K12	12 853	6 061	18 914

Zdroj: vlastní zpracování vnitřní dokumentace ČEZ a. s.

Z údajů uvedených v tab. 8. 9 je patrné, že největší objem prostředků na údržbu zařízení ve sledovaném období byl vynaložen v roce 2011 na K11 (probíhala **generální oprava kotle**). Pokus o **zefektivnění systému údržby** výrobního zařízení K12 (pilotní projekt), který byl učiněn ve snaze o snížení provozních nákladů (reakce na negativní ekonomický vývoj v oblasti energetiky), se sice promítl ve snížení nákladů na údržbu (patrný je zejména v roce 2012), což se ale následně negativně odrazilo ve **zvýšené poruchovosti zařízení** a v markantním **nárůstu nákladů na opravy** v roce 2013 (meziroční nárůst nákladů na opravy o 4 238 tis. Kč).

Odpisy - Při kalkulaci celkových nákladů produkce tepelné energie lze do nákladové kalkulace zahrnout pouze účetní odpisy provozovaného majetku nezbytného pro výrobu nebo rozvod tepelné energie, přičemž doba odpisování odpovídá dlouhodobě obvyklé použitelnosti daného majetku podle jiného právního předpisu⁸, nestanoví-li jiný právní předpis minimální dobu odpisování majetku [1]. V nákladech na produkci tepelné energie nelze uplatnit odpisy majetku nabytého bezúplatným převodem, odpisy majetku nevyužívaného pro výrobu anebo rozvod tepelné energie [21].

⁸ Zákon č. 563/1991 Sb., o účetnictví, ve znění pozdějších předpisů.

Tabulka č. 8. 10. : Účetní odpisy zařízení K11 a K12 v letech 2011 - 2013.

Rok	Kotel	Odpisy zařízení [tis. Kč]
2011	K11	6 894
	K12	8 895
2012	K11	6 437
	K12	8 467
2013	K11	6 195
	K12	8 413

Zdroj: vlastní zpracování dle vnitřní dokumentace ČEZ a. s., 2015.

Nájemné - Pro účely kalkulace nákladů na produkci tepelné energie se za nájemné považují veškeré platby za užívání movitého a nemovitého majetku souvisejícího s výrobou anebo rozvodem tepelné energie, kromě finančního pronájmu. Do nákladů na produkci tepelné energie lze v kalendářním roce zahrnout nájemné ve výši dlouhodobě obvyklé úrovně nájmeného za provozovaný pronajatý movitý a nemovitý majetek související s výrobou nebo rozvodem tepelné energie [1]. Výrobní jednotka ETI při produkci tepelné energie žádný takto specifikovaný majetek nevyužívá, proto **náklady na nájemné do kalkulace celkových nákladů na vyprodukované teplo nevstupují.**

Leasing - U movitých a nemovitých věcí, které byly pronajaty prostřednictvím smlouvy o finančním pronájmu s následnou koupí najaté věci (finanční leasing), lze v příslušném kalendářním roce do kalkulace nákladů produkce tepelné energie zahrnout pouze takovou výši nákladů souvisejících se smlouvou o finančním leasingu, která nepřevyší roční výši odpisů tohoto najatého majetku. V ceně tepelné energie nelze uplatnit náklady na finanční leasing majetku, který nebyl bezprostředně a výlučně provozován a využíván pouze k produkci tepelné energie [21]. Splátky finančního leasingu zde uvedené se vztahují výlučně k **finančnímu pronájmu strojů a zařízení určených k dopravě a nakládání s palivem a popelovinami**, jedná se zejména o kolové nakladače a dozery. Protože jsou tyto technické prostředky využívány pro obsluhu palivové spotřeby všech kotlů umístěných v areálu výrobního podniku (ETI I + ETI II), byla pro stanovení konečné sumy nákladů finančního leasingu pro jednotlivé kotle, využita výše uvedená pravidla pro kalkulaci stálých nákladů.

Tabulka č. 8. 11.: Splátky finančního leasingu technologie K11 a K12 v letech 2011 - 2013.

Rok	Kotel	Splátky finančního leasingu [tis. Kč]
2011	K11	341
	K12	348
2012	K11	307
	K12	316
2013	K11	293
	K12	297

Zdroj: vlastní zpracování dle vnitřní dokumentace ČEZ a. s., 2015.

Režijní náklady - Do kalkulace nákladů produkce tepelné energie jsou zahrnuty režijní náklady ve výši dlouhodobě obvyklé úrovně těchto nákladů. Režijní náklady jsou členěny na **správní režii**, která je dělena mezi různé podnikatelské činnosti a jednotlivá nákladová střediska, a **výrobní režii** přímo související s výrobou anebo rozvodem tepelné energie, která je dělena mezi jednotlivá výrobní zařízení. Rozdělení režijních nákladů, které si výrobní jednotka určí, musí být kontrolovatelné a musí alokovat tyto náklady mezi jednotlivé podnikatelské činnosti a nákladová střediska [1]. **Příslušný podíl nákladů vynaložených na mzdy a zákonné pojištění, které souvisejí se zajištěním všech podnikatelských činností producenta tepelné energie s výjimkou výrobní režie, je zahrnut do správní režie.**

Tabulka č. 8. 12.: Nákladové položky správní režie K11 a K12 v letech 2011 - 2013.

Nákladové položky správní režie [v tis. Kč]	2011		2012		2013	
	K11	K12	K11	K12	K11	K12
Správa objektů	3 200	3 411	3 350	3 486	3 693	3 275
Likvidace ostatního odpadu	246	263	254	264	280	248
Ostraha a ochrana objektu	2 699	2 877	2 940	3 059	3 182	2 822
Spotřeba energie a vody	1 324	1 412	1 366	1 421	1 506	1 335
Mzdy a zákonná pojištění	1 638	1 747	1 690	1 758	1 862	1 652
Pojistné	3 587	3 825	3 632	3 780	3 928	3 484
Daně a poplatky	517	552	525	546	568	504
Spotřeba DHM	50	54	51	53	55	49
Cestovné	87	93	88	92	95	85
Dopravní služby	983	1 049	1 003	1 043	1 093	969
IT služby	1 831	1 952	1 854	1 929	2 005	1 778
Telekomunikační služby	10	11	10	11	11	10
Poštovní služby	107	115	109	113	118	104
Ostatní služby	16	17	16	17	18	16
Správní režie celkem:	16 295	17 378	16 888	17 572	18 414	16 331

Zdroj: vlastní zpracování dle vnitřní dokumentace ČEZ a. s., 2015

Tabulka č. 8. 13.: Nákladové položky výrobní režie K11 a K12 v letech 2011 - 2013.

Nákladové položky výrobní režie [v tis. Kč]	2011		2012		2013	
	K11	K12	K11	K12	K11	K12
Osobní ochranné prostředky	203	217	206	214	223	197
Spotřeba pohonných hmot	475	507	490	511	541	479
Spotřeba ostatního materiálu	4 183	4 459	4 312	5 488	4 753	4 215
Ukládání produktů odsíření	5 867	6 254	5 939	6 182	6 424	5 697
Ostatní provozní náklady	46	49	47	49	52	45
Výrobní režie celkem:	10 774	11 486	10 994	12 444	11 993	10 633

Zdroj: vlastní zpracování dle vnitřní dokumentace ČEZ a. s., 2015.

Zákonné rezervy - Do nákladů na produkci tepelné energie lze dle směrnice ČEZ [8] promítnout pouze náklady na řádně účtované rezervy na **rekultivace** (dle zákona č. 185/2001 Sb. o odpadech, ve znění pozdějších předpisů a prováděcí vyhlášky č. 383/2001 Sb.), dále pak **rezervy na náhradu škod způsobených exhalacemi škodlivých plynů** (dle znění Občanského zákoníku - Škoda z provozní činnosti) a **rezervy tvořené na úhradu generálních oprav** (pouze alikvotní část alokovaná na danou výrobní jednotku). Všechny rezervy jsou tvořeny na základě **analýzy pravděpodobnosti vzniku daného rizika či případné ztráty** a to v případech, kdy lze s vysokou mírou pravděpodobnosti stanovit titul, výši a termín plnění při dodržení věcné a časové souvislosti.

Tabulka č. 8. 14.: Zákonné rezervy K11 a K12 v letech 2011 - 2013.

Tvorba zákonných rezerv [tis. Kč]	2011		2012		2013	
	K11	K12	K11	K12	K11	K12
Rezervy na rekultivace	931	994	557	616	668	592
Škody způsobené exhalacemi	1 646	1 754	1 240	1 290	726	644
Rezervy na generální opravy	998	654	667	551	557	664
Rezervy celkem:	3 576	3 402	2 464	2 457	1 951	1 900

Zdroj: vlastní zpracování dle vnitřní dokumentace ČEZ a. s., 2015.

Úroky z úvěrů - Do kalkulovaných nákladů na produkci tepelné energie lze promítnout nejvýše obvyklou výši úroků z úvěru, půjčky a jiné výpomoci, které jsou nezbytné a přímo souvisejí s výrobou nebo rozvodem tepelné energie, maximálně však do výše odpovídající úrokům z bankovních úvěrů [9]. Úvěry, za které jsou úroky hrazeny, se vztahují k **investičním nákladům vynaloženým během výstavby obou kotlů**, jedná se tedy zejména o **budovy a technologické celky**. Splátky úvěrů za jednotlivé technologické celky jsou ve vnitřním účetním systému podniku vedeny odděleně, v tab. 8. 15. jsou úroky uvedeny jednotlivě pro každý kotel a rok sledovaného období.

Tabulka č. 8. 15.: Úroky z úvěrů vztažených k K11 a K12 v letech 2011 - 2013.

Rok	Kotel	Úroky z úvěrů [tis. Kč]
2011	K11	157
	K12	703
2012	K11	146
	K12	526
2013	K11	121
	K12	323

Zdroj: vlastní zpracování dle vnitřní dokumentace ČEZ a. s., 2015.

9. Skutečné provozní náklady kotlů s fluidním spalováním K11 a K12

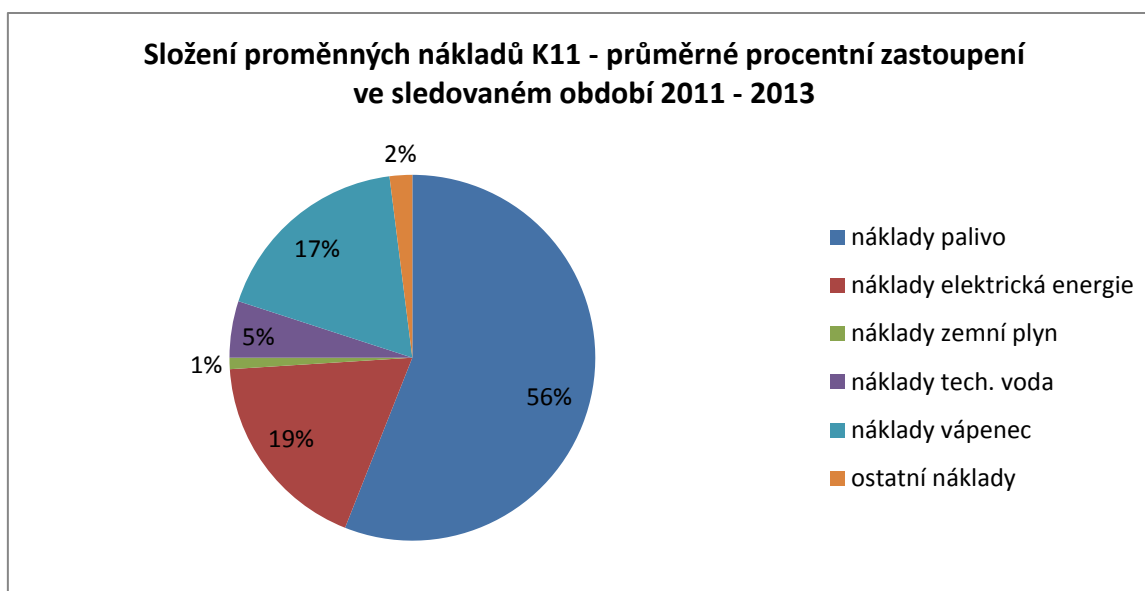
Skutečné proměnné náklady - Analýzou spotřeby provozních vstupů v závislosti na ročním provozním vytižení a přiřazením nákladových cen těmto vstupům byly identifikovány objemy skutečných proměnných nákladů v jednotlivých letech sledovaného období. Po zpracování informací obsažených v kapitole č. 8. 2. Proměnné náklady lze sestavit následující tabulku obsahující souhrnné skutečné proměnné náklady kotlů s fluidním spalováním K11 a K12 provozovaných ve výrobním areálu elektrárny Tisová v jednotlivých letech sledovaného období 2011 - 2013.

Tabulka č. 9. 1. : Skutečné proměnné náklady K11 a K12 v letech 2011 - 2013.

Kotel	Rok	Náklady palivo [tis. Kč]	Náklady elektrická energie [tis. Kč]	Náklady zemní plyn [tis. Kč]	Náklady technologická voda [tis. Kč]	Náklady vápenec [tis. Kč]	Ostatní proměnné náklady [tis. Kč]	Celkové proměnné náklady [tis. Kč]
K11	2011	178 459	66 970	3 678	14 256	52 462	7 701	323 526
	2012	151 901	51 100	3 577	12 796	44 655	6 225	270 254
	2013	172 297	45 336	3 687	13 983	50 651	6 767	292 721
K12	2011	173 754	66 502	1 300	15 183	59 314	6 828	322 881
	2012	137 982	47 342	3 108	13 266	47 103	6 317	255 118
	2013	136 272	36 571	2 604	12 403	46 520	5 586	239 956

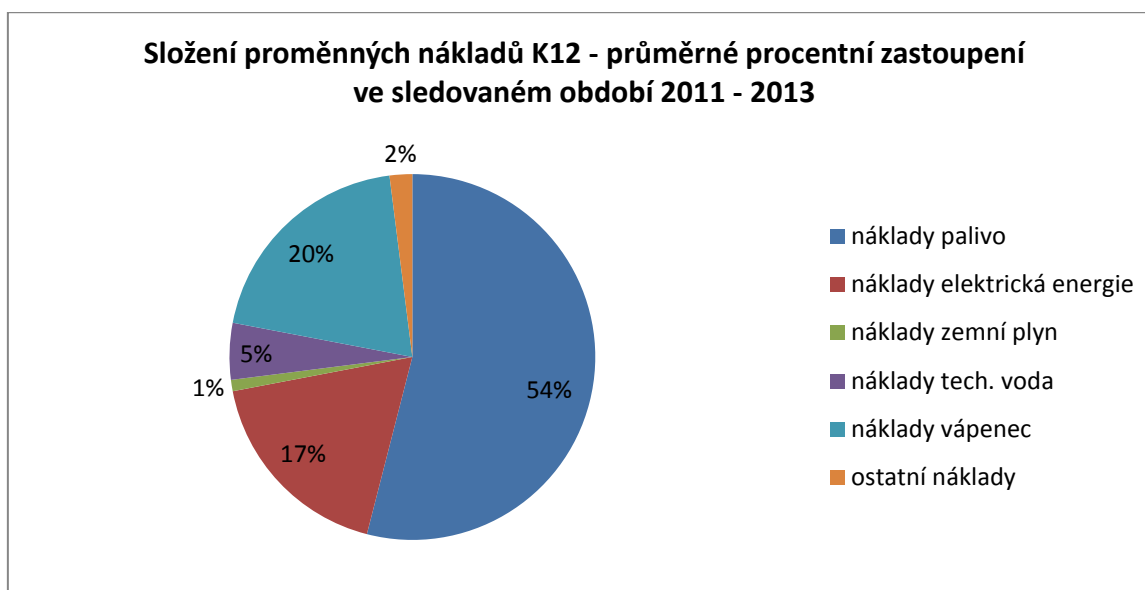
Zdroj: vlastní zpracování, 2015.

Obr. č. 9. 1. : Složení proměnných nákladů K11 v letech 2011 – 2013.



Zdroj: vlastní zpracování, 2015.

Obr. č. 9. 2. : Složení proměnných nákladů K12 v letech 2011 – 2013.



Zdroj: vlastní zpracování, 2015.

Ze srovnání grafů na obr. 9.1 a 9.2 je patrné, že **největší nákladovou položku proměnných nákladů tvoří** v jednotlivých letech u obou kotlů jednoznačně **palivo**. Vývoj ceny této vstupní suroviny (ta je v současné době předmětem soudního sporu mezi ČEZ a. s. a SUAS) proto významně promlouvá do objemu celkových proměnných nákladů, a tím ovlivňuje koncovou cenu produkce podniku, tzn. cenu elektrické energie a tepla. U K11 jsou náklady na palivo v jednotlivých letech vždy vyšší než u K12, to je dáno jednak **vyšším provozním vytížením** (rok 2013) a také obecně **vyšší spotřebou paliva** (nižší technologická účinnost K11 při spalování uhlí). Procentní podíl nákladů na elektrickou energii pro vlastní spotřeby je vyšší u K11 (19%) to je zapříčiněno obecně **vyšší energetickou náročností provozu** tohoto kotle, která **je dána použitou technologií a technickým řešením**. U K12 je tato nákladová položka dle objemu ročních proměnných nákladů až na třetím místě (17%⁹). **Další objemově významnou nákladovou položkou jsou náklady na vápenec** pro eliminaci obsahu oxidů síry v spalinových plynech (K11 17% a K12 20%). **Spotřeba** této vstupní suroviny **úzce koresponduje s kvalitou použitého paliva** (sirnatosť). Vzhledem k tomu, že uhlí ze Sokolovské uhelné pánve patří mezi fosilní paliva s největším obsahem sirnatých látek, je spotřeba vápence na vyšší úrovni, než je tomu u jiných klasických uhelných elektráren spalujících uhlí z jiných uhelných revírů. **Náklady na technologickou vodu jsou** u obou kotlů v jednotlivých letech sledovaného období **stabilní** (K11 i K12 shodně 5%) a pohybují se v úrovni okolo 13 000 tis. Kč/rok, do jejich objemu se nejvíce promítají **poplatky za využívání povrchové vody** (nákup surové

⁹ Počet procent z celkového objemu ročních proměnných nákladů.

vody od Povodí Ohře a. s.) a **ceny chemických prostředků pro její úpravu** na vodu demineralizovanou. Roční **proměnné náklady na spotřebu zemního plynu** jsou závislé zejména na **počtu zatápek** (njetí kotle do provozu) během daného roku, tyto náklady jsou ve všech letech sledovaného období nižší u K12 (stabilnější provoz, menší počet poruchových odstávek). **Ostatní proměnné náklady nevykazují** v jednotlivých letech žádné **mimořádné odchylky**, jejich výše odráží stupeň provozního vytěžování obou kotlů.

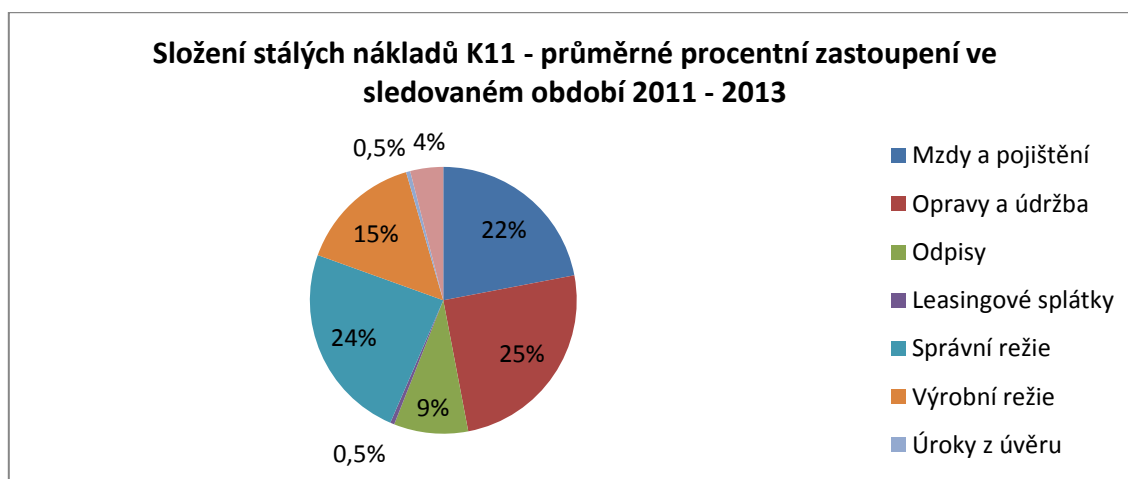
Skutečné stálé náklady - Analýzou účetních záznamů podniku zpracovaných dle české účetní legislativy a alokáním vybraných nákladových položek na jednotlivé kotel, dle výše uvedeného principu (kapitola č. 8. 3. Stálé náklady) byl stanoven objem skutečných stálých nákladů provozu K11 a K12. V následující tabulce je přehlednou formou zachycen vývoj těchto nákladů v jednotlivých letech sledovaného období.

Tabulka č. 9.2.: Skutečné stálé náklady K11 a K12 v letech 2011 - 2013.

Kotel	Rok	Mzdy a pojištění [tis. Kč]	Opravy a údržba [tis. Kč]	Odpisy [tis. Kč]	Leasing [tis. Kč]	Správní režie [tis. Kč]	Výrobní režie [tis. Kč]	Úroky z úvěru [tis. Kč]	Rezervy [tis. Kč]	Celkové stálé náklady [tis. Kč]
K11	2011	14 242	21 418	6 894	341	16 297	10 774	157	3 575	73 698
	2012	15 731	17 546	6 437	307	16 886	10 994	146	2 464	70 511
	2013	16 861	15 861	6 195	293	18 414	11 993	121	1 951	71 689
K12	2011	17 407	18 012	8 895	348	17 376	11 486	703	3 402	77 692
	2012	15 690	13 736	8 467	316	17 574	12 444	526	2 457	71 210
	2013	15 432	18 914	8 413	297	16 311	10 633	323	1 900	72 223

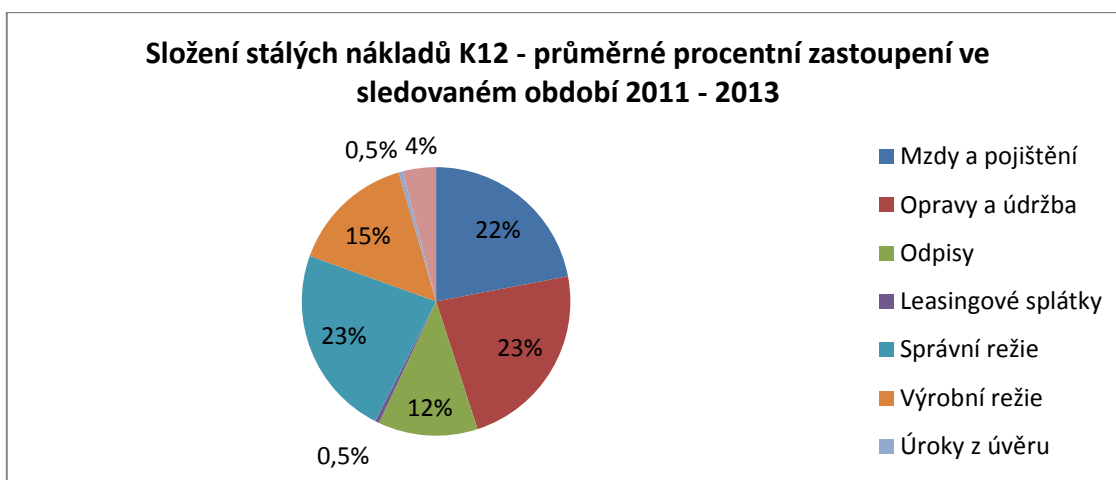
Zdroj: vlastní zpracování, 2015.

Obr. č. 9.3. : Složení stálých nákladů K11 v letech 2011 – 2013.



Zdroj: vlastní zpracování, 2015.

Obr. č. 9. 4. : Složení stálých nákladů K12 v letech 2011 – 2013.



Zdroj: vlastní zpracování, 2015.

Ze srovnání grafů na obr. 9.3 a 9.4 je patrné, že u obou kotlů **činí největší nákladovou položku stálých nákladů náklady na opravy a údržbu**, u K12 je procentní podíl těchto nákladů o něco menší než u K11 (technologické zařízení tohoto kotle vykazuje **dlouhodobě nižší poruchovost**). Druhým objemově nejvýznamnějším nákladovým druhem jsou u obou kotlů **náklady na správní režii**, tyto náklady vykazují **stabilní vývoj** v průběhu celého sledovaného období. Stejný objem nákladů je u obou kotlů vynaložen na **mzdy a zákonná pojištění zaměstnanců**, rovněž tak tomu je v případě nákladů na **výrobní režii**, která v obou případech činí 15% z celkových průměrných stálých nákladů ve sledovaném období. Rozdíl je naopak patrný v položce **odpisů**, ten je způsoben rozdílnou dobou odpisování majetku (K12 je historicky mladší). Podíl **leasingových splátek, úroků z úvěrů a rezerv** je na objemu průměrných stálých nákladů u obou kotlů ve sledovaném období **shodný**.

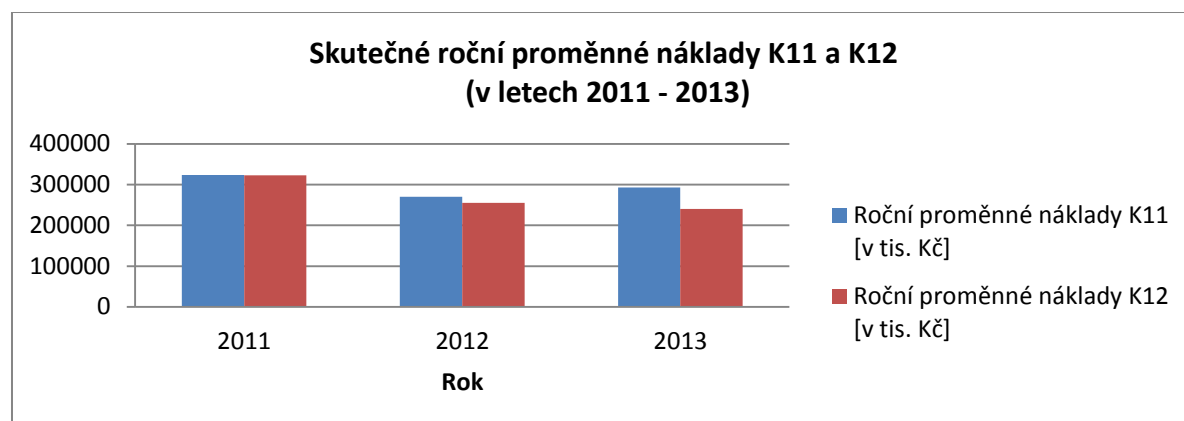
Skutečné celkové provozní náklady - Po identifikaci klíčových nákladových ukazatelů a stanovení objemu nákladů těchto ukazatelů v jednotlivých letech sledovaného období lze snadno zjistit celkové náklady provozu kotlů s fluidním spalováním v tomto období. **Kalkulační jednicí** byl pro tento případ stanoven **1 GJ vyprodukované tepelné energie**. Z údajů uvedených v tabulce č. 9.3 je patrný nárůst nákladů na 1 GJ vyprodukované tepelné energie shodně u obou kotlů v roce 2012. Tato skutečnost je způsobena snížením objemu vyprodukované tepelné energie v průběhu roku (snížená poptávka po elektrické energii) a tedy také **snížením objemu rozpočtové základny**, na kterou jsou kalkulovány stálé náklady, které nejsou na objemu produkce závislé. I v dalších letech je patrná **závislost jednicových nákladů na ročním objemu produkce**, s **rostoucí produkcí jednotkové náklady klesají**, nejmenší jsou v 2011 na K12, kdy bylo dosaženo největšího objemu výroby ve sledovaném období.

Tabulka č. 9.3: Skutečné celkové náklady K11 a K12 v letech 2011 - 2013.

Kotel	Rok	Proměnné náklady [tis. Kč]	Stálé náklady [tis. Kč]	Celkové náklady [tis. Kč]	Vyrobené teplo [GJ]	Náklady na kalkulační jednici 1GJ [Kč]
K11	2011	323 526	73 698	397 224	1 731 393	229,4
	2012	270 254	70 511	340 765	1 346 893	253,0
	2013	292 721	71 689	364 410	1 559 308	233,7
K12	2011	322 881	77 692	400 573	1 843 913	217,2
	2012	255 118	71 210	326 328	1 396 321	233,7
	2013	239 956	72 223	312 179	1 383 088	225,7

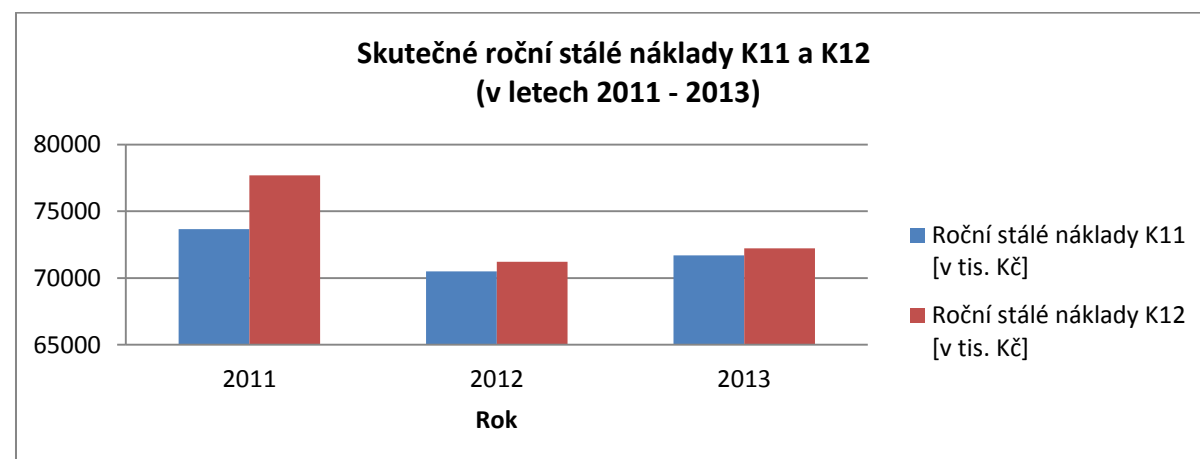
Zdroj: vlastní zpracování, 2015

Obr. č. 9. 5. : Skutečné roční proměnné náklady K11 a K12 v letech 2011 – 2013.



Zdroj: vlastní zpracování, 2015.

Obr. č. 9. 6. : Skutečné roční stálé náklady K11 a K12 v letech 2011 – 2013.



Zdroj: vlastní zpracování, 2015.

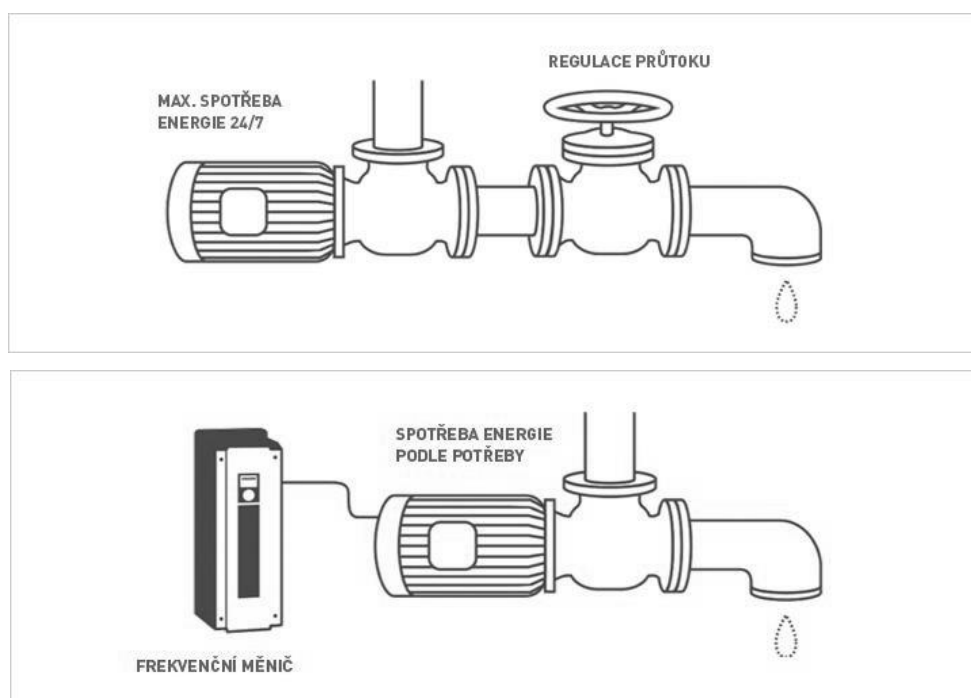
10. Použití frekvenčních měničů při úspoře provozních nákladů

Dalším úkolem stanoveným v úvodu této práce je **ověření efektivity nasazení frekvenčních měničů při řízení výkonu pohonů spalinových ventilátorů** obou kotlů a také jak do tohoto optimalizačního procesu promlouvají náklady na opravy a udržování technického zařízení po několikaletém provozu. V následující kapitole bude nejprve **vysvětleno fungování frekvenčního měniče**, dále budou identifikovány **klíčové nákladové položky provozu spalinových ventilátorů s frekvenčními měniči**, které budou sumarizovány v jednotlivých letech sledovaného období (2011 - 2013). Zjištěná hodnota celkových nákladů v případě řízení výkonu spalinových ventilátorů prostřednictvím frekvenčních měničů bude porovnána s hodnotou nákladů, které by při stejném provozním vytěžení kotlů vznikly v případě, kdy by výkon spalinových ventilátorů byl regulován klasickým způsobem, tzn. škrcením průtoku pomocí změny světlosti přírodního vzduchového potrubí. **Výsledná efektivita tohoto technického opatření bude zjištěna porovnáním výsledků obou nákladových variant.**

Fluidní kotle, jak bylo uvedeno výše v textu (kapitola 7. Technologie fluidního spalování) vyžadují pro svůj provoz velký objem vzduchu jako průtočného média pro usnadnění hoření a odtažení spalinových plynů. Celková vzduchová spotřeba je zajišťována prostřednictvím několika velkokapacitních ventilátorů, přísun vzduchu do topeniště zajišťuje tzv. ventilátor primárního vzduchu, spaliny jsou pak následně odváděny do spalinového traktu (tkaninové filtry a komín) pomocí spalinového ventilátoru (viz. příloha F). U obou kotlů instalovaných v areálu elektrárny Tisová bylo jako **původní řešení řízení výkonu** spalinových ventilátorů realizováno **klasické škrcení průtoku prostřednictvím změny světlosti dopravního potrubí** na výtlaku z ventilátoru. Tento způsob regulace má účinnost 80 – 85%, výkon ventilátoru lze regulovat pouze v omezeném rozsahu a celý provoz s tímto typem regulace je energeticky velmi náročný a tudíž ekonomicky neefektivní. Motor ventilátoru v průběhu provozu pracuje v téměř špičkovém výkonu, regulace průtočného množství je prováděna natáčením lopatek věnce na výtlaku ventilátoru, které mění světlost (průtočné množství vzduchu) výtlačného vzduchového potrubí. Pro snížení energetické náročnosti výroby na fluidním kotli K11 bylo v roce 1998 rozhodnuto o nasazení **frekvenčního měniče pro regulaci výkonu spalinového ventilátoru**, v roce 1999 byl tento investiční záměr realizován, po úspěšném odzkoušení v podmínkách reálného provozu a ověření výše úspor v objemu vlastní spotřeby elektrické energie byl tento regulační prvek v roce 2007 nasazen i pro řízení výkonu a snížení energetické náročnosti provozu spalinového ventilátoru K12.

Frekvenční měnič je zařízení, které slouží k přeměně elektrického proudu s určitou frekvencí a napětím na elektrický proud s jinou frekvencí a napětím. Díky použití frekvenčního měniče lze přesně regulovat otáčky asynchronních elektromotorů a tím i výkon zařízení, navíc je možné značně snížit spotřebu elektrické energie. Měnič je napájen střídavým napětím, ve vnitřních pracovních obvodech dochází k jeho usměrnění a na výstupu měniče je poté převedeno na střídavé napětí o požadované frekvenci [29]. Rozdíl mezi řízením výkonu pohonu klasickou cestou pomocí škrcení průtočné světlosti dopravního potrubí nebo prostřednictvím frekvenčního měniče je zachycen na následujících obrázcích.

Obr. č. 10: 1. : Význam užití frekvenčního měniče.



Zdroj: [16]

Vrchní obrázek (obr. 10. 1) znázorňuje princip regulace škrcením, motor čerpadla pracuje v **maximálních otáčkách a plném zatížení** během celodenního provozu (vyšší náklady na spotřebu elektrické energie), požadovaného průtoku je dosahováno prostřednictvím přivírání či otvírání regulačního ventilu. Na spodním obrázku je k regulaci výkonu pohonu čerpadla využito frekvenčního měniče, požadovaného průtoku je dosahováno změnou otáček pohonu čerpadla, motor je **zatěžován pouze dle aktuálního požadovaného průtoku**, je-li požadovaný průtok minimální, blíží se i otáčky motoru ke svému minimu a naopak.

Použité technické prostředky:

Tabulka č. 10.1: Technické parametry spalínových ventilátorů K11 a K12.

Motor:	Spalínový ventilátor K11	Spalínový ventilátor K12
Výrobce	Flender Loher AHRA	ČKD 4V224
Jmenovitý výkon [MW]	3,15	2
Napětí [kV]	6	6
Proud [A]	344	222
Počet fází	3	3
Frekvenční měnič:		
Výrobce	ABB	SIEMENS
Typ	ACS 1000	ROBICON PERFECT
Rok uvedení do provozu	1999	2007
Pořizovací cena [Kč]	10 179 637	12 353 937

Zdroj: vlastní zpracování dle [10, 11], 2015.

Pro stanovení ekonomické efektivity v oblasti úspor provozních nákladů za spotřebovanou elektrickou energii pro vlastní spotřebu obou kotlů **budou porovnány dvě nákladové varianty. Variantou č. 1** je celoroční provoz ventilátoru s regulací jeho výkonu prostřednictvím škrcení světlosti výstupního vzduchového potrubí. Tato varianta byla realizována u obou kotlů jako součást prvotního řešení regulace výkonu ventilátorů v rámci investiční výstavby. Nákladová kalkulace varianty č. 1 slouží k vyjádření provozních nákladů, které by vznikaly v případě nerealizace varianty č. 2. V podmínkách reálného dlouhodobého provozu se brzy projevila vysoká energetická náročnost výroby parní energie ve fluidních kotlích a při hledání možných úspor byla jako jedna z možných variant řešení tohoto problému, navržena změna regulace výkonu spalínových ventilátorů prostřednictvím frekvenčních měničů, ta je označena jako nákladová **varianta č. 2. Rozdíl v nákladech varianty č. 1 a varianty č. 2 je pak identifikovaným ekonomickým přínosem** užití frekvenčních měničů k řízení výkonu spalínových ventilátorů.

Identifikace klíčových nákladových ukazatelů

U **varianty č. 1** lze jako klíčovou složku nákladů označit spotřebu elektrické energie pro provoz zařízení. Roční spotřeba byla stanovena na základě provozního zatížení ventilátoru, tomuto zatížení byla přiřazena hodnota roční spotřeby elektrické energie a s pomocí průměrné ceny elektrické energie na energetické burze PXE (tabulka. č. 8. 3. a obr. 8. 8. v kapitole č. 8. 1 Proměnné náklady) v daném roce sledovaného období, byl vypočten finanční objem těchto nákladů. Provozní zatížení pohonů ventilátorů bylo stanoveno opět s pomocí softwarového prostředku DNA Tracer. Na základě analýzy provozních dat bylo zatížení pohonů rozděleno do dvou výkonových pásem. Ve **výkonovém pásmu A** produkuje kotel parní výkon v rozmezí 280 – 350 tun páry za hodinu, což vyžaduje provozní zatížení pohonu spalínového ventilátoru (SV) v rozmezí 80 – 100% jeho jmenovitého výkonu. Ve **výkonovém pásmu B** produkuje kotel 140 – 279 tun páry za hodinu, což vyžaduje provozní zatížení pohonu SV v rozmezí 40 - 79% jeho jmenovitého výkonu. Provozní dobu pohonů SV obou kotlů v jednotlivých výkonových pásmech ve sledovaném období zachycuje následující tabulka.

Tabulka č. 10.2: Provozní zatěžování spalínových ventilátorů kotlů K11 a K12.

Provozní doba pohonů SV v jednotlivých výkonových pásmech nákladová varianta č. 1						
Rok	Celková roční provozní doba SV		Provoz ventilátoru ve výkonovém pásmu A		Provoz ventilátoru ve výkonovém pásmu B	
	[h]		[h]		[h]	
	K11	K12	SV K11	SV K12	SV K11	SV K12
2011	7 392	8 184	5 027	5 974	2 365	2 210
2012	6 192	6 672	3 158	3 803	3 034	2 869
2013	7 128	6 746	4 419	3 709	2 709	3 037

Zdroj: vlastní zpracování dle dat zjištěných v DNA Tracer, 2015.

Po provedené analýze provozních dat výkonového zatížení obou pohonů, která byla získána prostřednictvím softwarového prostředku DNA Tracer, byl na základě výkonových charakteristik stanoven příkon obou pohonů SV v jednotlivých výkonových pásmech. Jednotlivé hodnoty jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka č. 10.3: Hodnoty elektrických příkonů pohonů SV – regulace škrcením - nákladová varianta č. 1

Pohon:	Příkon pohonu SV ve výkonovém pásmu A (80 – 100% jm. výkonu) [MW]	Příkon pohonu SV ve výkonovém pásmu B (40 – 79% jm. výkonu) [MW]
Spalinový ventilátor K11	2,1	1,55
Spalinový ventilátor K12	1,4	1

Zdroj: vlastní zpracování dle [10, 11], 2015.

Je-li známa doba zatěžování pohonů v jednotlivých výkonových pásmech a hodnoty příkonu obou pohonů v těchto pásmech, lze snadno vypočítat hodnotu spotřeby elektrické energie těchto pohonů v jednotlivých letech sledovaného období.

Tabulka č. 10.4: Celková spotřeba elektrické energie pro vlastní spotřebu pohonů SV K11 a SVK12 - nákladová varianta č. 1

Rok	Celková roční spotřeba el. energie při provozu SV ve výkonovém pásmu A [MWh]		Celková roční spotřeba el. energie při provozu SV ve výkonovém pásmu B [MWh]		Celková roční spotřeba el. energie [MWh]	
	SV K11	SV K12	SV K11	SV K12	SV K11	SV K12
2011	10 557	8 364	3 666	2 210	14 223	10 574
2012	6 632	5 324	4 703	2 869	11 335	8 193
2013	9 280	5 193	4 199	3 037	13 479	8 230

Zdroj: vlastní zpracování, 2015.

Při spojení údajů o roční spotřebě elektrické energie a nákladové ceny této energie (průměrná roční cena produktu BASE LOAD na energetické burze PXE, viz. str.50) v jednotlivých letech sledovaného období lze navíc přesně specifikovat náklady na vlastní spotřebu elektrické energie u pohonů SV obou kotlů. Stanovení objemu těchto nákladů je patrné z následující tabulky.

Tabulka č. 10.5: Celkové roční náklady na spotřebu elektrické energie pohonů SV K11 a SV K12 - nákladová varianta č. 1.

Rok	Celková roční spotřeba elektrické energie [MWh]		Průměrná roční cena el. energie (BASE LOAD) [Kč/MWh]	Celková roční náklady za vlastní spotřebu elektrické energie [tis. Kč]	
	SV K11	SV K12		SV K11	SV K12
2011	14 223	10 574	1 352	19 229	14 296
2012	11 335	8 193	1 212	13 778	9 930
2013	13 479	8 230	948	12 778	7 802

Zdroj: vlastní zpracování

Dalšími nákladovými ukazateli jsou náklady na roční údržbu obou pohonů (mazání, prohlídky, diagnostická měření), **tyto náklady se uplatňují shodně u obou nákladových variant, proto je lze z jejich vzájemného srovnání vypustit.** Za celkové roční provozní náklady pohonů SV obou kotlů lze tedy ve variantě č. 1 považovat náklady na roční spotřebu elektrické energie uvedené v tab. 10. 5.

V **nákladové variantě č. 2**, která identifikuje skutečné roční provozní náklady v případě řízení výkonu pohonů spalinových ventilátorů prostřednictvím frekvenčních měničů, je krom výkonových regulačních pásem (ta jsou svým rozsahem shodná s výkonovými pásmy ve variantě č. 1) navíc nutné definovat ještě dva provozní stavy. Jedná se o stav, kdy je frekvenční měnič v provozu (reguluje výkon pohonu SV) a stav, kdy je frekvenční měnič mimo provoz (porucha, údržba). Tento stav kdy je **frekvenční měnič vyřazen**, je označován za tzv. **by-pass** a regulace výkonu pohonu SV je realizována původním způsobem tzn. škrcením průtočného množství (tento způsob regulace zůstal i po instalaci frekvenčních měničů funkční a používá se právě jen v případě poruchy na měniči). Následující tabulka obsahuje informace týkající se provozní doby pohonů SV v jednotlivých výkonových pásmech a provozních stavech.

Tabulka č. 10.6: Provozní doba pohonů SV v jednotlivých výkonových pásmech a jednotlivých provozních stavech - nákladová varianta č. 2

Rok	Stav: Frekvenční měnič v provozu				Stav: By-pass (regulace škrcením)			
	Výkonové pásmo A (80 – 100%) [h]		Výkonové pásmo B (40 – 79%) [h]		Výkonové pásmo A (80 – 100%) [h]		Výkonové pásmo B (40 – 79%) [h]	
	SV K11	SV K12	SV K11	SV K12	SVK11	SV K12	SV K11	SV K12
2011	3 884	1 875	1 828	694	1 142	4 100	538	1 516
2012	3 158	3 242	3 034	2 446	0	561	0	423
2013	3 660	2 996	2 244	2 452	759	713	465	585

Zdroj: vlastní zpracování, 2015.

Z tab. č. 10. 6 je například patrné, že frekvenční měnič spalínového ventilátoru K12 byl v roce 2011 celkem 5 616 hodin mimo provoz (pohon byl provozován přes by-pass) a to vlivem vyšší poruchovosti a následných oprav. Naopak pohon spalínového ventilátoru na K11 byl v roce 2012 provozován v regulaci pouze přes frekvenční měnič (měnič nebyl během provozu spalínového ventilátoru ani jednou v poruše). Poruchové výpadky frekvenčních měničů snižují generované úspory provozních nákladů, v době jejich poruchy je pohon regulován škrcením průtoku a tento způsob regulace je vždy ekonomicky méně výhodný (vyšší provozní náklady).

I pro nákladovou variantu č. 2 byl za použití dat získaných z DNA Tracer a s pomocí výkonových charakteristik jednotlivých pohonů [6, 7] stanoven příkon pohonů SV v jednotlivých výkonových pásmech a to v případě, kdy je jejich výkon regulován prostřednictvím frekvenčního měniče. Příkony obou pohonů při regulaci škrcením jsou již známy z tabulky č. 10. 3. Hodnoty příkonů obou pohonů při regulaci frekvenčním měničem jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka č. 10.7: Hodnoty elektrických příkonů pohonů SV – regulace frekvenčním měničem nákladová varianta č. 2

Pohon:	Příkon pohonu SV ve výkonovém pásmu A (80 – 100% jm. výkonu) [MW]	Příkon pohonu SV ve výkonovém pásmu B (40 – 79% jm. výkonu) [MW]
Spalínový ventilátor K11	1,4	0,6
Spalínový ventilátor K12	0,9	0,4

Zdroj: vlastní zpracování dle [10, 11], 2015.

Při srovnání údajů obsažených v tab. č. 10. 3 a 10. 7 je patrné, že **příkony obou pohonů jsou pro jednotlivá výkonová pásma vždy nižší při řízení jejich výkonu prostřednictvím frekvenčního měniče**. Například příkon pohonu SV K11 se v případě kdy je regulován škrcením pohybuje na hodnotě **2,1 MW**, je-li stejný pohon regulován prostřednictvím frekvenčního měniče je jeho příkon ve stejném výkonovém pásmu (A) pouze **1,4 MW** což představuje **snížení o 33%**. Výsledné hodnoty ročního příkonu SV obou kotlů v této nákladové variantě jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka č. 10. 8 : Celková spotřeba elektrické energie pro vlastní spotřebu pohonů SV K11 a K12 - nákladová varianta č. 2.

Rok	Celková roční spotřeba el. energie při provozu SV ve výkonovém pásmu A [MWh]		Celková roční spotřeba el. energie při provozu SV ve výkonovém pásmu B [MWh]		Celková roční spotřeba el. energie [MWh]	
	SV K11	SV K12	SV K11	SV K12	SV K11	SV K12
2011	7 836	7 427	1 931	1 794	9 767	9 221
2012	4 421	3 703	1 820	1 401	6 241	5 104
2013	6 718	3 694	2 067	1 566	8 785	5 260

Zdroj: vlastní zpracování, 2015.

Při srovnání výsledků obsažených v tab. č. 10. 8 s výsledky z tab. č. 10. 4 je patrné, že v případě nákladové varianty č. 2 jsou výsledné hodnoty celkové roční spotřeby elektrické energie u obou pohonů nižší. **Největší úspory bylo dosaženo v roce 2012 v případě SV K11**, kdy byla uspořena elektrická energie v hodnotě **5 094 MWh**, což je oproti nákladové variantě č. 1 snížení téměř o 45%. Naopak **nejnižší úspory bylo vlivem kratší doby provozu frekvenčního měniče dosaženo u SV K12 v roce 2011**, úspora v tomto roce činila pouze **1 353 MWh**, což oproti nákladové variantě č. 1 představovalo snížení o 13%.

Výsledné náklady za spotřebu elektrické energie u nákladové varianty č. 2 jsou obsaženy v následující tabulce.

Tabulka č. 10. 9: Celkové roční náklady za spotřebu elektrické energie pohonů SV K11 a K12 - nákladová varianta č. 2

Rok	Celková roční spotřeba elektrické energie [MWh]		Průměrná roční cena el. energie (BASE LOAD) [Kč/MWh]	Celková roční náklady za vlastní spotřebu elektrické energie [tis. Kč]	
	SV K11	SV K12		SV K11	SV K12
2011	9 767	9 221	1 352	13 205	12 467
2012	6 241	5 104	1 212	7 564	6 186
2013	8 785	5 260	948	8 328	4 986

Zdroj: vlastní zpracování, 2010.

Srovnáme – li celkové náklady na spotřebovanou elektrickou energii u obou nákladových variant, bylo v případě varianty č. 2 dosaženo za celé sledované období finanční úspory, která v případě SV K11 představovala finanční prostředky o objemu **16 771. tis Kč** a v případě SV K12 **8 387 tis. Kč**.

Nákladová varianta č. 2 obsahuje na rozdíl od nákladové varianty č. 1 ještě další nákladové položky, jedná se zejména o roční náklady spojené s údržbou, servisními prohlídkami a opravami frekvenčních měničů. Firma ABB provádí pravidelné roční servisní prohlídky u frekvenčního měniče SV K11 za fixní cenu 25 tis. Kč, podobně je tomu SV K12, kdy se cena roční servisní prohlídky od společnosti SIEMENS pohybuje na úrovni 20 tis. Kč. Náklady na opravy a údržbu v jednotlivých letech jsou uvedeny v následující tabulce. Do ceny údržby je **u SV K11 zahrnut i upgrade vnitřní elektronické části**, který společnost ABB realizuje **po 12 letech provozu** zařízení a jeho cena činila **1 978 560 Kč**.

Další nákladovou položkou jsou účetní odpisy zařízení (oba frekvenční měniče byly zařazeny do 3. odpisové skupiny s dobou odpisování 10 let). U frekvenčního měniče SV K11 jsou odpisy ve sledovaném období nulové (zařízení je již odepsáno), odpisy frekvenčního měniče SV K12 jsou uvedeny v následující tabulce.

U frekvenčního měniče SV K12 je do nákladů ještě potřeba zahrnout úroky z úvěru, který byl na pořízení tohoto zařízení poskytnut úvěrující bankou, poskytnutá výše úvěru činila 10 640 tis. Kč, doba splatnosti 6 let, úvěr je úročen úrokovou sazbou ve výši 10% a splácen v ročních splátkách vždy na konci roku. Nákladové úroky jsou rovněž uvedeny v následující tabulce. Úvěr poskytnutý na pořízení SV K11 byl ve sledovaném období již zcela splacen.

Tabulka č. 10.10: Ostatní náklady provozu frekvenčních měničů SV K11 a SV K12
nákladová varianta č. 2.

Frekvenční měnič	Rok	Náklady opravy a udržování [tis. Kč]	Náklady servis [tis. Kč]	Odpisy [tis. Kč]	Úroky [tis. Kč]	Ostatní náklady celkem [tis. Kč]
SV K11 (ABB)	2011	1 999	25	0	0	2 024
	2012	22	25	0	0	47
	2013	21	25	0	0	46
SV K12 (SIEMENS)	2011	24	20	1 235	540	1 819
	2012	20	20	1 235	375	1 650
	2013	21	20	1 235	196	1 472

Zdroj: vlastní zpracování dle vnitřní dokumentace ČEZ a. s.,

Sloučením všech identifikovaných nákladových položek lze stanovit celkový objem finančních nákladů spojených s provozem frekvenčních měničů SV obou kotlů v nákladové variantě č. 2. Následující tabulka obsahuje srovnání těchto nákladů s náklady ve variantě č. 1 a rovněž zachycuje skutečnou finanční úsporu dosaženou v jednotlivých letech sledovaného období.

Tabulka č. 10.11: Srovnání celkových nákladů obou nákladových variant a dosažené finanční úspory.

Rok	Frekvenční měnič	Celkové náklady Varianta č. 1 [tis. Kč]	Celkové náklady Varianta č. 2 [tis. Kč]	Úspora nákladů [tis. Kč]	Úspora nákladů [%]
2011	SV K11	19 229	15 229	4 000	21
	SV K12	14 296	14 286	10	0,07
2012	SV K11	13 738	7 611	6 127	46
	SV K12	9 930	7 836	2 093	21
2013	SV K11	12 778	8 374	4 404	35
	SV K12	7 802	6 458	1 344	17

Zdroj: vlastní zpracování, 2015.

Z výsledků obsažených v tabulce č. 10. 11 je patrné, že **největší finanční úspory bylo dosaženo v roce 2012** provozem frekvenčního měniče na **SV K11**, naopak **nejmenší úspora provozních nákladů je patrná v roce 2011** u frekvenčního měniče **SV K12**, i přes největší objem výroby v tomto roce (viz. tab. č. 8. 1, str. 43) byl frekvenční měnič **SV vlivem častých poruchových výpadků větší část roku mimo provoz**. Z tabulky je rovněž patrné, že **větších úspor provozních nákladů dosahuje provoz frekvenčního měniče SV na K11** a to vlivem nižších nákladů na úroky a odpisy v nákladové variantě č. 2 (frekvenční měnič je již zcela odepsán a splacen). **Objem dosažených finančních úspor je závislý na délce provozní doby frekvenčních měničů** během roku a tedy na jejich **technické spolehlivosti**, ta byla v jednotlivých letech sledovaného období vždy na vysoké úrovni (krom roku 2011 u frekvenčního měniče na SV K12). **Do výše generovaných úspor se nikterak negativně nepromítly ani dodatečné náklady spojené s upgrade elektronické části měniče SV K11** po 12 letech provozu, i v tomto případě dosáhl finanční efekt v oblasti úspor spojených s nasazením frekvenčního měniče kladných hodnot.

11. Hodnocení a závěr

Tato práce si ve svém úvodu stanovila za cíl provést analýzu provozních nákladů kotlů s fluidním spalováním, které jsou provozovány v areálu elektrárny Tisová. Na základě informací obsažených v tuzemské i zahraniční odborné ekonomické literatuře z oblasti identifikace a alokace nákladů a nákladových kalkulací byly stanoveny klíčové nákladové položky. U jednotlivých položek bylo provedeno jejich zařazení do základních nákladových skupin, kterými jsou proměnné a stálé náklady. Dále byl u každé položky podrobně rozebrán způsob stanovení jejího objemu (měřením, výpočtem) a způsob alokace nákladů na každou konkrétní nákladovou položku. V tomto procesu byly využity moderní softwarové prostředky. Pro stanovení objemu proměnných nákladů to byla aplikace DNA Tracer, která umožňuje sledování a záznam spotřeby surovin vstupujících do výrobního procesu. Objem jednotlivých položek stálých nákladů byl identifikován zejména za pomoci některých funkcionalit účetního a nákladového systému společnosti SAP, který je v oblasti řízení nákladů a účetnictví u podniku nasazen.

Z nákladové analýzy vyplývá, že **nejvýznamněji do objemu celkových nákladů při produkci tepelné energie promlouvají náklady na palivo**. Ty tvoří 44% podíl z průměrných ročních nákladů provozu obou kotlů, **nákladová cena paliva pak velmi významně ovlivňuje ekonomické výsledky produkce elektrické energie a tepla**. Cena paliva, která bude pravděpodobně upravena na základě výsledku v současné době vedeného soudního sporu mezi ČEZ a. s. a SUAS, tak významně ovlivní budoucí ekonomické výsledky podniku.

Do ceny výroby tepla ve fluidních kotlích **se negativně promítají vysoké nároky na vlastní spotřebu elektrické energie**, ta tvoří spolu s náklady za spotřebu vápence pro odsíření druhou objemově nejvýznamnější složku proměnných nákladů. **Optimalizace energetické náročnosti výrobního procesu je jednou z cest ke snižování provozních nákladů podniku**. V současné době dochází na trhu se silovou elektrickou energií k dlouhodobému poklesu cen, který tyto náklady vlastní spotřeby snižuje, na druhé straně se nízké výkupní ceny negativně odráží v příjmové stránce výrobního procesu podniku.

Náklady na technologickou vodu patří mezi další objemově významné provozní náklady. Vzhledem k panujícím klimatickým a vodohospodářským podmínkám v několika posledních letech a dlouhodobému výhledu **lze předpokládat navýšení ceny surové vody**, která je jednou ze základních surovin při výrobě demineralizované technologické vody. Technické pro-

středky ovlivňující spotřebu této provozní suroviny prošly v několika předchozích letech modernizačním procesem a **nelze tak předpokládat významné snížení objemu spotřeby této nákladové položky** v procesu výroby tepla.

Náklady na spotřebu zemního plynu nejvíce ovlivňuje počet zatápek (njetí do provozu) u jednotlivých kotlů. Objem těchto nákladů je tedy závislý na počtu vynucených (na příkaz centrálního technického dispečinku) nebo poruchových odstávek kotlů během roku. Počet odstávek zařízení na příkaz technického dispečinku (přebytek elektrické energie na trhu) nelze ze strany výrobního podniku výrazně ovlivnit. Počet poruchových odstávek ovlivnit lze a to například zlepšením systému údržby výrobního zařízení, který by přinesl snížení jeho poruchovosti a zvýšení jeho provozního vytěžování během roku.

Ostatní proměnné náklady (poplatky za produkci emisí, poplatky za ukládání popelovin, poplatky za vypouštění odpadních vod atd.) činily ve sledovaném období průměrně pouze 2% podíl z celkových proměnných nákladů u obou kotlů. **Budoucí klíčovou roli ve vývoji těchto nákladů sehrají zřejmě emisní limity spojené s vypouštěním NO_x.** V důsledku nové legislativy v oblasti ochrany ovzduší bude nově penalizace překračování limitů vypouštěných znečišťujících látek a zejména pak oxidů dusíku jednou z klíčových provozních nákladových položek. Investiční náklady na vybudování DeNO_xových jednotek (zařízení minimalizující obsah NO_x v spalinových plynech) umožňující provoz obou kotlů i po roce 2020 budou v následujících letech představovat významnou nákladovou položku podniku. To jak se podnik v blízké budoucnosti vypořádá s touto výzvou, rozhodne o jeho další existenci.

V skupině stálých nákladů vykazují u obou kotlů shodně **největší objem náklady na opravy a udržování.** Současný systém, který zabezpečuje **opravy a údržbu výrobního zařízení prostřednictvím dodavatelského smluvního systému** vykazuje v poslední době některé nedostatky, ty se pak negativně odráží v nárůstu poruchovosti provozovaného výrobního zařízení. Ukazuje se že, rozhodující parametr – **nejnižší náklady**, který výrazně promlouval do výběru konečného realizátora systému údržby, **nebyl tím nejvhodněji zvoleným.** To se projevilo zejména na kvalitě odborného technického personálu, který se na systému údržby podílí, pokles jeho kvalifikace a odborné způsobilosti snižuje kvalitu prováděných opravárenských a údržbářských prací. Z těchto důvodů se **některé klíčové činnosti spojené s opravami a údržbou výrobního zařízení přesouvají zpět do gesce výrobního podniku.**

Druhou skupinou objemově **významných stálých nákladů** jsou **náklady na mzdy a pojištění**. V několika předchozích letech prošel počet členů obslužného personálu kotelny **optimalizačním procesem**, který znamenal jeho snížení na provozní minimum. Toto opatření dnes přináší některé **negativní skutečnosti**, je to zejména prudký **nárůst přesčasové práce** v případě dlouhodobé nemoci některého člena obslužného personálu a také **problémy s generační obměnou** při odchodu některého zaměstnance do starobního důchodu. Objem mzdových prostředků je ovlivněn zejména potřebou stabilizace vysoce odborného pracovního kolektivu a dlouhodobě nadstandardním systémem odměňování zaměstnanců podniku.

Výrobní i správní režie prošla v několika předchozích letech rovněž několika **optimalizačními procesy**, jednalo se zejména o outsourcing vybraných nevýrobních činností, centralizaci personálních služeb, centralizaci nákupu, optimalizaci tiskových, reprografických a IT služeb. Ne všechna tato optimalizační opatření přinesla vždy skutečné snížení nákladů spojených s výrobní a správní reží, v některých případech došlo i k nechtěnému poklesu kvality služeb. Další vývoj objemu nákladů výrobní a správní režie a případná další optimalizace je nyní plně v kompetenci managementu nově vyčleněné akciové společnosti. Zbývající složky stálých nákladů jsou většinou výsledkem minulých rozhodnutí managementu podniku, jejich objem však nikterak významně promlouvá do výše celkových nákladů ve sledovaném období.

Jak je patrné z provedené nákladové analýzy, jsou celkové náklady rozpočítané na kalkulační jednici, kterou je v tomto případě 1 GJ vyprodukované tepelné energie, závislé na objemu produkce v jednotlivých letech sledovaného období. **S rostoucím objemem produkce klesá podíl stálých nákladů na nákladech celkových**, nejnižších nákladů bylo dosaženo v roce **2011 u K12** (1 GJ tepelné energie byl produkován za **217,2 Kč**) v tomto roce bylo rovněž dosaženo největšího objemu produkce tepelné energie ve sledovaném období. Je rovněž patrné, že **provozní náklady K12 jsou** díky technologickému řešení, které snižuje jeho energetickou náročnost a zvyšuje účinnost (nižší spotřeba paliva při shodné produkci páry), **ve všech letech sledovaného období nižší než provozní náklady K11**.

Dalším cílem stanoveným v úvodu práce bylo **prověřit**, zda jsou **frekvenční měniče pro regulaci výkonu pohonů spalinových ventilátorů** instalované na obou kotlích po několikaletem provozu **stále ještě efektivní při generování úspor provozních nákladů** a jak se na objemu těchto úspor projevují možné **zvýšené náklady na opravy a udržování**. Splnění úkolu bylo dosaženo **porovnáním dvou nákladových variant**. První varianta představovala náklady provozu, které by během sledovaného období vznikly v případě, kdy by k regulaci výkonu

pohonů spalinových ventilátorů docházelo prostřednictvím energeticky náročného způsobu škrcení světlosti výstupního vzduchového potrubí (tento způsob regulace byl realizován v rámci původního řešení během investiční výstavby obou kotlů). Druhá nákladová varianta obsahovala všechny identifikované náklady spojené s provozem pohonů spalinových ventilátorů, jejichž výkon je regulován prostřednictvím frekvenčních měničů. **Z výsledků srovnání obou nákladových variant je zřejmé, že i po dlouhodobém provozu (na K11 je frekvenční měnič v provozu od roku 1999) jsou ve sledovaném období realizovány každoroční úspory provozních nákladů** v podobě snížení vlastní spotřeby elektrické energie při produkci páry na obou kotlích. Tento pozitivní trend nezvrátily ani zvýšené náklady na opravy a udržování (upgrade vnitřní elektronické části frekvenčního měniče spalinového ventilátoru na K11) ani zvýšená poruchovost frekvenčního měniče spalinového ventilátoru K12 v roce 2012. **Lze tedy konstatovat, že frekvenční měniče jako technické prostředky snižování energetické náročnosti produkce tepla v kotlích s fluidním spalováním plní svou úlohu i po několikaletém provozu a jejich nasazení lze doporučit i v jiných výrobních lokalitách společnosti ČEZ a. s.**

Použité zdroje

- [1] ČURDA, František. *ČEZ a. s.: Metodika - Nákladové kalkulace tepelné energie dodávané na zdroji výroben divize výroba*. Praha 2013.
- [2] HANSEN D., MOWEN M., GUAN L. *Cost Management: Accounting and Control*. 6., ilustr. vydání. Cengage Learning, 2007. 864 s. ISBN 978-03-245-5967-5
- [3] HRADECKÝ M., KRÁL B. *Řízení režijních nákladů*, Praha: Prospektum, 1995, 100 s., ISBN 978-80-7175-025-3.
- [4] KRÁL, B. *Manažerské účetnictví*. 2. rozšířené vydání, Praha: Management Press, 2006, 622 s., ISBN: 80-7261-141-0.
- [5] KRÁL, Bohumil. *Manažerské účetnictví*. 3., dopl. a aktualiz. vyd. Praha: Management Press 2010. 660 s. ISBN 978-80-7261-217-8.
- [6] KŘIKAČ, Karel. *Náklady, ceny. Textová část*. 1. vydání, Plzeň: ZČU, 2002, 132 s., ISBN: 80-7082-933-8.
- [7] MACÍK, K., ZRALÝ, M. *Kalkulace a rozpočetnictví*. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2008, 213 s., ISBN: 978-80-0103-926-7.
- [8] MLÁDEK, Martin. *ČEZ a. s.: Metodika zpracování kalkulace cen tepelné energie: ČEZ_ME_0975r00*, OJ Teplárny, lokalita Praha 2011.
- [9] POPESKO, Boris. *Moderní metody řízení nákladů: jak dosáhnout efektivního vynakládání nákladů a jejich snížení*. 1. vyd. Praha: Grada, 2009. 233 s. Prosperita firmy. ISBN 978-80-247-2974-9.
- [10] SOUČEK, Jaroslav. *ČEZ a. s.: Provozní předpis pro obsluhu fluidního kotle K11: ETIO 2 016*. OJ Teplárny, lokalita Tisová, 2004.
- [11] SOUČEK, Jaroslav. *ČEZ a. s.: Provozní předpis pro obsluhu fluidního kotle K12: ETIO 2 059*. OJ Teplárny, lokalita Tisová, 2005.
- [12] STANĚK, Vladimír. *Zvyšování výkonnosti procesním řízením nákladů*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2003. 236 s. Manažer. ISBN 80-247-0456-0.
- [13] SYNEK, Miloslav. *Manažerská ekonomika*. 5., aktualiz. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2011. 471 s. Expert. ISBN 978-80-247-3494-1.
- [14] VAŇEČEK, Václav. *ČEZ a. s.: Metodika - Energetická bilance elektřiny a tepla ve výrobních skupinách ČEZ*. Praha 2012.
- [15] WEIL H., MAHER M. *Handbook of Cost Management*. 2., ilustr. vydání. John Wiley & Sons, 2005. 896 s. ISBN 978-04-717-2263-2.

Elektronická média:

- [16] **ČEPS a. s.** - provozovatel přenosové soustavy [online], [citováno 7. 10. 2015].
Dostupné z: <http://www.ceps.cz/CZE/O-spolecnosti/Stranky/Default.aspx>
- [17] **ČEZ a. s.** - informační web [online], [citováno 5. 10. 2015].
Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny.html>
- [18] **ČEZ Distribuce a. s.** - [online], [citováno 5. 10. 2015].
Dostupné z: http://www.cezdistribuce.cz/edee/content/file-other/distribuce/technicke-informace/rocní_příprava_provozu/rpp-2015-dso-final-20150131.pdf
- [20] **EFET** - The European Federation of Energy Trades [online], [citováno 11. 11. 2015].
Dostupné z: <http://www.efet.org/Standardisation/Legal-EFET>
- [21] **ERÚ** - Energetický regulační úřad [online], [citováno 5. 10. 2015].
Dostupné z: <http://www.eru.cz/cs/o-uradu>
- [22] **ERÚ** - *Věstník ERÚ a cenové rozhodnutí k cenám tepelné energie*.
Ročník 2011 – 2013 [online], [citováno 22. 08. 2015].
Dostupné z: http://www.eru.cz/search/-/my-search/my-search?_search_WAR_erusearc
- [22] **OTE – operátor trhu s energiemi a. s.** [online], [citováno 05. 08. 2015]
Dostupné z: <http://www.ote-cr.cz/statistika/rocní-zprava>
- [23] **PXE - Power Exchange Central Europe** [online], [citováno 13. 08. 2015]
Dostupné z: <https://www.pxe.cz/dokument.aspx?k=Statistika>
- [24] **SAP** - Downloads, Tutorials, Guides [online], [citováno 5. 10. 2015]
Dostupné z: <http://sapdocs.info/application-modules/fi-co-overview/>
- [25] **Skupina ČEZ a.s., Elektrárny na fosilní paliva** [online], [citováno 10. 07. 2015].
Dostupné z: <http://www.kdejinde.cz/cs/studenti/materialy-ke-studiu/tiskoviny/>
- [26] **Skupina ČEZ a.s., informační web.** [online], [citováno 21. 07. 2015].
Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/uhelne-elektrarny/cr/tisova.html>
- [27] **SUAS – Sokolovská uhelná a. s. - katalog produktů** [online], [citováno 17. 08. 2015].
Dostupné z: [as.cz/uploads/169946305947bb03bd3cec9_Katalog_uhli_2008.pdf](http://www.as.cz/uploads/169946305947bb03bd3cec9_Katalog_uhli_2008.pdf)
- [28] **TZB Info** - informační web [online], [citováno 5. 10. 2015].
Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/ceny-paliv-a-energii/9938-obchodovani-s-elektrinou-na-prazske-energeticke-burze-pxe>
- [29] **VACON – výrobce frekvenčních měničů** [online], [citováno 22. 08. 2015].
Dostupné z: <http://www.vacon.com/cs-CZ/Vacon/Media/lanky/co-je-frekvencni>

Seznam tabulek

- Tabulka č. 7. 1 :** Základní provozní parametry fluidního kotle K11.
- Tabulka č. 7. 2 :** Základní provozní parametry fluidního kotle K12.
- Tabulka č. 8. 1 :** Provozní vytěžování kotlů K11 a K12 v období 2011 - 2013
- Tabulka č. 8. 2 :** Vývoj nákladů na palivo K11 a K12 v období 2011 - 2013.
- Tabulka č. 8. 3 :** Roční náklady vlastní spotřeby elektrické energie v letech 2011 – 2013.
- Tabulka č. 8. 4 :** Roční náklady za spotřebu zemního plynu K11 a K12 v letech 2011 – 2013.
- Tabulka č. 8. 5 :** Roční náklady na technologickou vodu K11 a K12 v letech 2011 – 2013.
- Tabulka č. 8. 6 :** Roční náklady na spotřebu vápence K11 a K12 v letech 2011 – 2013.
- Tabulka č. 8. 7 :** Ostatní proměnné náklady K11 a K12 v letech 2011 - 2013.
- Tabulka č. 8. 8 :** Mzdy a zákonná pojištění K11 a K12 v letech 2011 - 2013.
- Tabulka č. 8. 9 :** Náklady na opravy a udržování K11 a K12 v letech 2011 - 2013.
- Tabulka č. 8. 10 :** Účetní odpisy zařízení K11 a K12 v letech 2011 - 2013.
- Tabulka č. 8. 11 :** Splátky finančního leasingu technologie K11 a K12 v letech 2011 - 2013.
- Tabulka č. 8. 12 :** Nákladové položky správní režie K11 a K12 v letech 2011 – 2013.
- Tabulka č. 8. 13 :** Nákladové položky výrobní režie K11 a K12 v letech 2011 – 2013.
- Tabulka č. 8. 14 :** Zákonné rezervy K11 a K12 v letech 2011 – 2013.
- Tabulka č. 8. 15 :** Úroky z úvěrů vztažených k K11 a K12 v letech 2011 - 2013.
- Tabulka č. 9. 1 :** Skutečné proměnné náklady K11 a K12 v letech 2011 - 2013.
- Tabulka č. 9. 2 :** Skutečné stálé náklady K11 a K12 v letech 2011 - 2013.
- Tabulka č. 9. 3 :** Skutečné celkové náklady K11 a K12 v letech 2011 - 2013.
- Tabulka č. 10.1 :** Technické parametry spalínových ventilátorů K11 a K12.
- Tabulka č. 10. 2 :** Provozní zatěžování spalínových ventilátorů kotlů K11 a K12.
- Tabulka č. 10. 3 :** Příkon pohonů SV K11 a K12 v jednotlivých výkonových pásmech.
- Tabulka č. 10. 4 :** Celková roční spotřeba el. energie SV K11 a SV K12 – varianta č. 1.
- Tabulka č. 10. 5 :** Roční náklady na spotřebu el. energie SV K11 a K12 - varianta č. 1.
- Tabulka č. 10. 6 :** Zatěžování spalínových ventilátorů kotlů K11 a K12- varianta č. 2.
- Tabulka č. 10. 7 :** Příkony pohonů SV K11 a K12 v jednotlivých výkonových pásmech.
- Tabulka č. 10. 8 :** Roční spotřeba elektrické energie SV K11 a SV K12 – varianta č. 2.
- Tabulka č. 10. 9 :** Celková roční náklady na spotřebu elektrické energie SV K11 a SV K12.
- Tabulka č. 10. 10 :** Ostatní roční náklady na provoz SV K11 a SV K12 - varianta č. 2.
- Tabulka č. 10. 11 :** Srovnání nákladů nákladové varianty č. 1 a 2.

Seznam obrázků

- Obr. č. 2. 1 :** Trojí pojetí nákladů.
- Obr. č. 2. 2 :** Vývoj celkových a jednotkových variabilních a fixních nákladů
- Obr. č. 2. 3 :** Přiřazení nákladů objektu.
- Obr. č. 3. 1 :** Typový a retrográdní kalkulační vzorec.
- Obr. č. 3. 2 :** Kalkulační systém podniku
- Obr. č. 8. 1 :** Kalkulační vzorec pro výpočet nákladů výroby tepla.
- Obr. č. 8. 2 :** Proces přeměny energie ve fluidním kotli.
- Obr. č. 8. 3 :** Disponibilní, skutečná provozní doba a provozní omezení K11 a K12
- Obr. č. 8. 4 :** Bilance elektrické energie při výrobě tepla.
- Obr. č. 8. 5 :** Vývoj ceny elektrické energie BASE LOAD (PXE)
- Obr. č. 8. 6 :** Vývoj ceny zemního plynu – velkoodběr v letech 2011 – 2013
- Obr. č. 9. 1 :** Složení proměnných nákladů K11 v letech 2011 – 2013
- Obr. č. 9. 2 :** Složení proměnných nákladů K12 v letech 2011 – 2013
- Obr. č. 9. 3 :** Složení stálých nákladů K11 v letech 2011 – 2013
- Obr. č. 9. 4 :** Složení stálých nákladů K12 v letech 2011 – 2013.
- Obr. č. 9. 5 :** Skutečné roční proměnné náklady K11 a K12 v letech 2011 – 2013.
- Obr. č. 9. 6 :** Skutečné roční stálé náklady K11 a K12 v letech 2011 – 2013.
- Obr. č. 10. 1 :** Význam užití frekvenčního měniče.

Seznam použitých zkratk

- CfD** – Contracts of Difference – mimoburzovně obchodovaný instrument
- ČEPS** – Česká Energetická Přenosová Soustava a. s. – provozovatel přenosové soustavy
- ČEZ_ME_0975r00** - Metodika ČEZ – Zpracování kalkulace cen tepelné energie
- EFET** – The European Federation of Energy Traders
- E. ON** – E.ON a. s. – energetická společnost
- ERP** – Enterprise Resources Planning
- ERÚ** - Energetický regulační úřad
- ETI** – elektrárna Tisová
- FM** – frekvenční měnič
- GJ** – gigajoule - měrná jednotka vyrobeného tepla
- K11** – fluidní kotel č. 1
- K12** – fluidní kotel č. 2
- kV** – kilovolt – měrná jednotka elektrického napětí
- MJ/kg** – megajoule na kilogram – měrná jednotka spalného tepla
- MPa** – megapascal – měrná jednotka tlaku
- MW_t** - měrná jednotka tepelného výkonu
- MW/h** - megawatthodina – měrná jednotka elektrického příkonu či výkonu
- NO_x** – oxidy dusíku
- OČSK** – kalkulace – očekávaná skutečnost
- OTE** – OTE a. s. – operátor trhu s energiemi
- PRE** – Pražská energetika a. s. – energetická společnost
- PXE** – Power Exchange Central Europe – Středoevropská energetická burza
- SAP R/3** – softwarový produkt společnosti SAP
- SAP R/3 CO** – controllingový modul softwarového prostředí SAP
- SO₂** – oxid siřičitý
- SV K11** – spalínový ventilátor kotle č. 1
- SV K12** – spalínový ventilátor kotle č. 2
- SUAS** – Sokolovská uhelná a. s., právní nástupce
- t/h** – tuny za hodinu – měrná jednotka průtočného množství

Seznam příloh

Příloha A: Výstupní data z DNA Tracer – Skutečný průtok páry K11 a K12.

Příloha B: Výstupní data z DNA Tracer – Spotřeba zemního plynu K11 a K12.

Příloha C: Výstupní data z DNA Tracer – Proudové zatížení motorů SV K11 a K12.

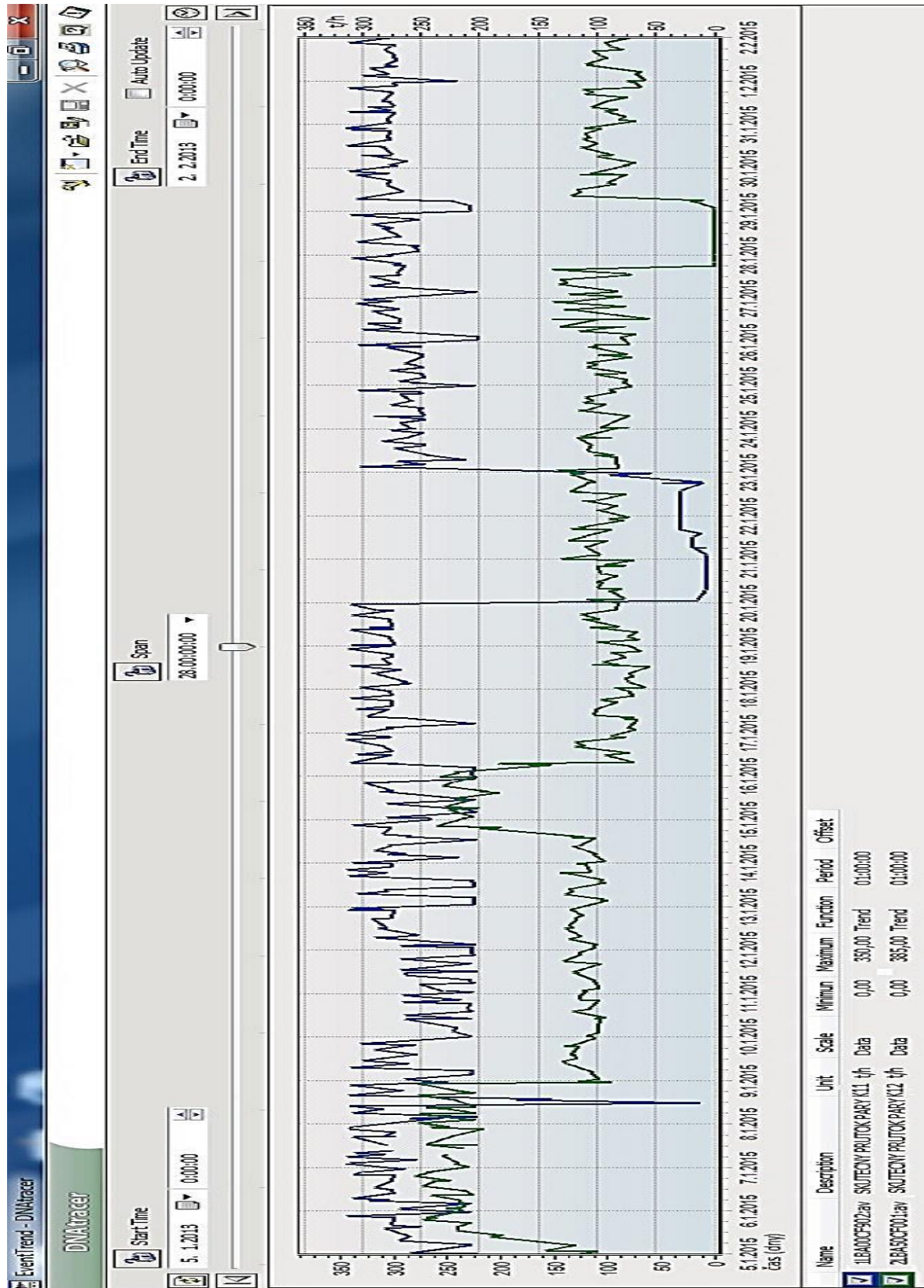
Příloha D: Schéma fungování fluidního kotle.

Příloha E: Frekvenční měnič firmy ABB ACS 1000.

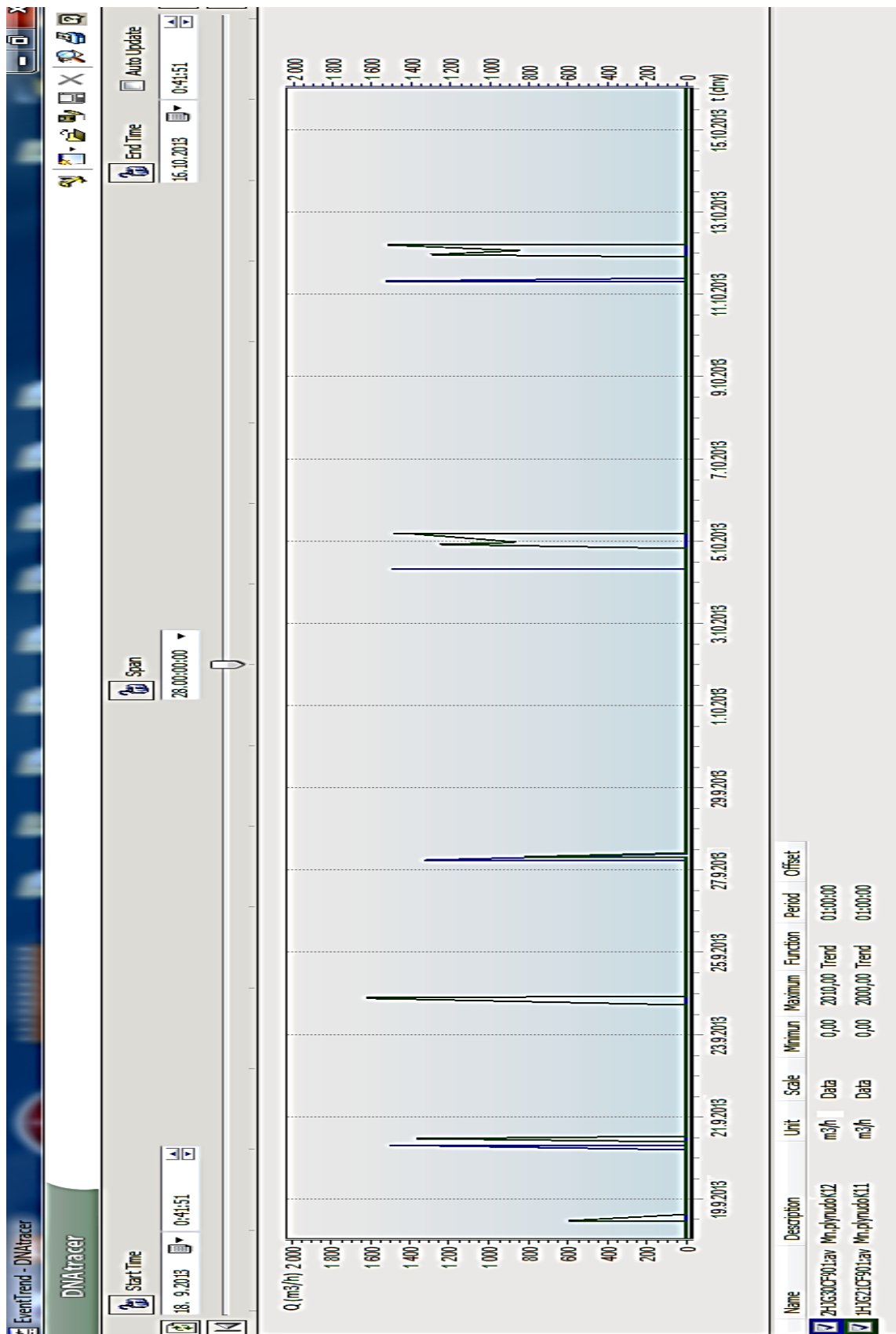
Příloha F: Fotografická dokumentace.

Přílohy

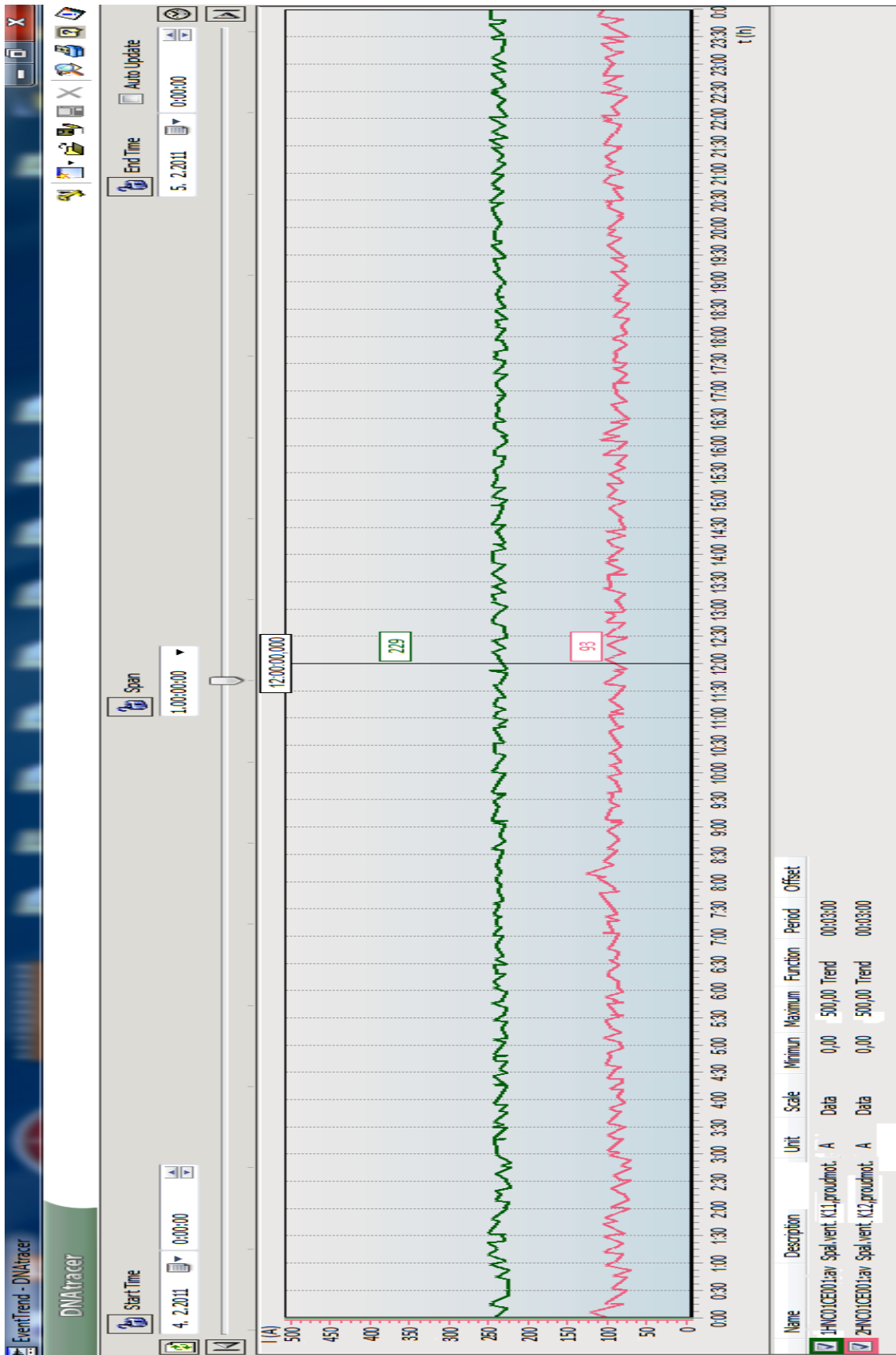
Příloha A: Výstupní data ze softwarového prostředí DNA Tracer – Skutečný průtok páry K11 a K12 – měsíční přehled, vzorkovací frekvence 1 hodina.



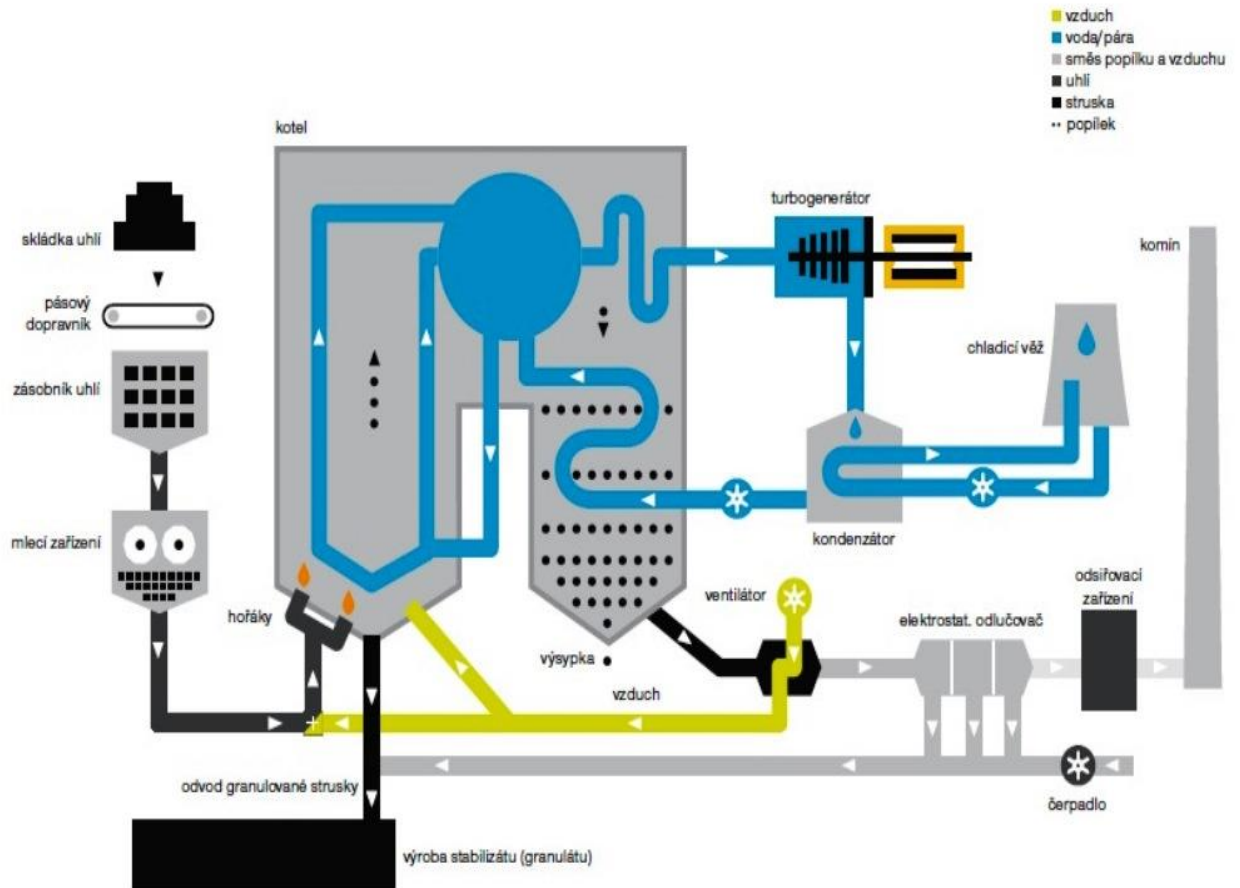
Příloha B: Výstupní data ze softwarového prostředí DNA Tracer – Spotřeba zemního plynu K11 a K12 – měsíční přehled, vzorkovací frekvence 1 hodina.



Příloha C: Výstupní data ze softwarového prostředí DNA Tracer – Proudové zatížení motorů SV K11 a K12 – denní záznam, vzorkovací frekvence 3 minuty.

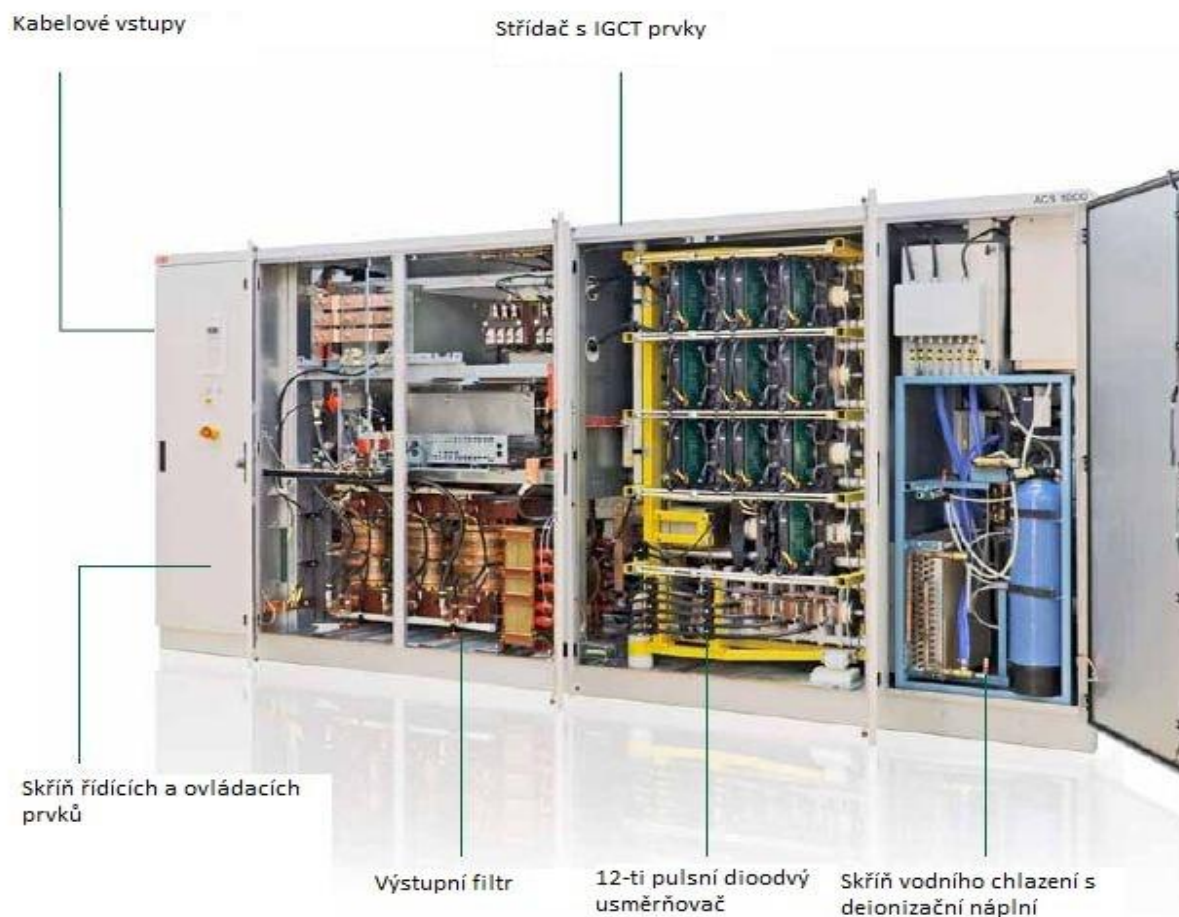


Příloha D: Schéma fungování fluidního kotle.



Zdroj: [28]

Příloha E: Frekvenční měnič firmy ABB ACS 1000.



Frekvenční měnič ABB ACS 1000. Zdroj: [10]

Příloha F: Fotografická dokumentace.



Elektrárna Tisová – celkový pohled. Zdroj: [17]



Elektrárna Tisová – hlavní brána a vřátnice podniku (*budovy K11 a K12 označeny na obrázku*). Zdroj: [17]



Elektrárna Tisová – strojovna – turbogenerátor č. 2. Zdroj: [17]



Elektrárna Tisová – spalínový ventilátor K12. Zdroj: [vlastní fotografická dokumentace, 2015]

Abstrakt

KMOŠEK, Michal. *Analýza provozních nákladů kotlů s fluidním spalováním v ČEZ a. s., elektrárna Tisová*. Diplomová práce. Plzeň: ZČU v Plzni, Fakulta ekonomická, 2015.

Klíčová slova: náklady, nákladové kalkulace, nákladová střediska, proměnné náklady, stálé náklady, kotle s fluidním spalováním, vlastní spotřeba elektrické energie, frekvenční měnič

Obsahem této diplomové práce je analýza nákladů při výrobě tepelné energie v kotlích s fluidním spalováním, které jsou instalovány ve výrobním areálu ČEZ a. s., elektrárna Tisová. Nákladová analýza byla provedena na základě informací získaných prostřednictvím studia dostupných zdrojů a odborné ekonomické literatury. V textu práce byly identifikovány klíčové nákladové ukazatele, které byly, dle charakteru jejich závislosti na objemu produkce, rozčleněny do základních nákladových skupin. Sumarizací nákladových položek v jednotlivých letech sledovaného období byla stanovena konečná hodnota nákladů připadajících na kalkulační jednici. Závěrečná část práce obsahuje analýzu ekonomického přínosu nasazení frekvenčních měničů při řízení výkonu spalínových ventilátorů obou fluidních kotlů. Jak se tyto technické prostředky podílí na úspoře provozních nákladů při produkci tepelné energie a jak se zvýšené náklady na opravy a údržbu po dlouholetém provozu promítají do objemu ušetřených finančních prostředků.

Abstract

KMOŠEK, Michal. *Operating cost analysis of fluidized bed combustion boilers at Tisová power plant operated by ČEZ a. s.* Diploma thesis. Pilsen: UWB Pilsen, Faculty of Economics, 2015.

Key words: costs, cost calculations, cost centers, variable costs, fixed costs, fluidized bed combustion boiler, electricity consumption during generation, variable frequency drive

The content of this thesis is the cost analysis of producing thermal energy using boilers utilizing fluidized bed combustion, installed at Tisová power plant operated by ČEZ a. s. The cost analysis was conducted based on information obtained through the study of public sources and specialized economic literature. It identifies key cost indicators, divided into the basic cost categories according to their proportion to the volume of production. The final cost per unit was derived by summarizing the cost items of each year of the reporting period. The final section of the thesis contains an analysis of the economic benefits of deploying variable frequency drives in power controlling the chimney fans of both fluidized bed boilers. It dissects how these devices affect the operating savings in the production of thermal energy and how the increased costs of repair and maintenance over many years of operation reflect on accumulated savings.