

# Nové kotle pro méně kvalitní uhlí

V současné době realizuje společnost VÍTKOVICE POWER ENGINEERING a.s. rozsahem a nároky významnou zakázku (dodávky nových kotlů), která souvisí s modernizací elektráren v Tušimicích a Pruněřově. Jde o tzv. metodu retrofitu, kdy se staví zcela nové zařízení na místě stávajícího. Konkrétně se jedná o čtyři bloky o výkonu 200 MWe v Elektrárně Tušimice II (KO ETU II). V těchto dnech končí I. etapa, kdy realizační firma generálnímu dodavateli ŠKODA PRAHA Invest s.r.o. předává (po komplexních zkouškách) první dva kotle. Po počátečních problémech s uváděním do provozu se nyní (v reálném provozu) ukazuje, že parametry kotlů jsou na požadované úrovni, včetně dodržení velmi přísných emisních limitů. Pozitivní je fakt, že obnova výrobních zdrojů Skupiny ČEZ bude mít jednotnou koncepci a budou opakovaně využity klíčové projektové prvky.

Projekt retrofitu KO ETU II představuje obnovu čtyř parních generátorů a jejich příslušenství, vyrábějících páru pro nové turbogenerátory stávajícího výkonu 200 MWe, ale pracujících s vyššími parními parametry a zlepšenou účinností. Životnost nových parních generátorů je 25 let s uvažováním generální opravy v polovině životnosti. Návrh kotlů zohlednil zhoršující se vlastnosti paliva – severočeského uhlí a přitom plní náročnější požadavky na množství produkovaných emisí. Obnovou kotlů dochází i k odstranění provozních obtíží, kterými je zejména struskování ve spalovací komoře. Nové kotle využívají stávající nosné ocelové konstrukce, jakož i plošiny budovy kotelny.

## Zpracovatelé projektu retrofitu průtlačných kotlů pro ETU II

- část příprava paliva a optimalizace spalovacího procesu MORE, s.r.o.
- část návrh tlakového celku kotle a jeho optimalizace IVITAS, a.s.

## Popis kotle před retrofitem

Kotel PG 660 byl řešen jako průtlačný, dvou-tahový, s granulačním ohništěm a přímým foukáním uhelného prášku, s přehříváky a přihříváky páry. Tlakový systém kotle se skládal z napájecí hlavy, napájecího potrubí, vstříkovacího potrubí, ohříváku vody, výparníku, separátorů, najížděcích nádob a soustavy přehříváků s pojistovacími ventily na výstupu. Výparník byl jednozávitový typu Benzon, přičemž poprvé u tohoto typu kotle byly použity celosvařované membránové stěny. Dále zahrnoval tlakový systém přihříváků, provedený ve tvaru dvoustupňového svazku, včetně pojistovacích ventilů na výstupu.

K přípravě prášku bylo symetricky instalováno šest ventilátorových mlýnů s proudovými hořáky zaústěnými v rozích a bočních stěnách spalovací komory. Pro zapalování a stabilizaci byly určeny čtyři plynové hořáky na zemní plyn, umístěné po dvou na přední a zadní stěně spalovací komory.

Dopravu spalovacího vzduchu zajišťovaly dva axiální rovnotlaké vzduchové ventilátory s regulací natáčením rozváděcích regulačních lopatek, umístěné uvnitř kotelny. Na kotli byly rovněž instalovány dva rotační regenerační ohříváky vzduchu typu Ljungström.

Pro dopravu spalin a překonání tlakových ztrát spalinového traktu sloužily dva axiální kourové ventilátory s meridiálním urychlením, umístěné vně kotelny za elektroodlučovačem. Kotel byl vybaven šnekovými vyhrnovači strusky. Doprava strusky byla provedena jako hydraulická.

Celý kotel byl zavěšen na úrovni +57,5 m do ocelového roštu, uloženého na nosnících kotelny, a dilatoval dolů směrem k základům. Pro informaci rovněž uvádíme i vybrané technické parametry kotle, a to:

- jmenovitý parní výkon kotle 660 t/h,
- jmenovitý tlak přehřáté páry 17,46 MPa,
- jmenovitá teplota přehřáté páry 540 °C,
- jmenovitá teplota přihřáté páry 540 °C,
- účinnost kotle při jmenovitém výkonu 86,5 %.

Provoz kotle byl rovněž spojen i s celou řadou potíží, a to zejména struskování ve spalovací komoře, nedohřev přihřáté páry při nízkých výkonových hladinách kotle, vyšší teploty odchozích spalin, vysoký obsah kyslíku ve spalinách apod.

## Požadavky na navrhované řešení

V průběhu provozování kotlů docházelo k mnoha rekonstrukcím, které řešily změnu legislativy týkající se emisních limitů, ale i některé negativní vlastnosti dodaných kotlů. V zadání pro obnovu kotlů se tak zcela logicky objevily požadavky, které mají potlačit tyto nepříznivé provozní vlastnosti a naopak zachovat ty, s kterými byl provozovatel zařízení spokojen.

Základním požadavkem na nově dodané kotle se staly požadavky na splnění emisních limitů, které po roce 2016 vstupují v platnost, a to zejména emisní limity NO<sub>x</sub>, CO. Kvalita spalovacího procesu přímo ovlivňuje výši produkovaných emisí NO<sub>x</sub>, CO a nepřímo CO<sub>2</sub>. Hodnoty emisí jsou tyto:

- NO<sub>x</sub> max. 200 mg/Nm<sup>3</sup>
- CO max. 250 mg/Nm<sup>3</sup>

Požadavky na dodržení emisních limitů jsou vztaženy na celý rozsah zadaného paliva (tj. v rozmezí výhřevnosti 8,5 až 11 MJ/kg) a na celý regulační rozsah kotle. Emisní limity musejí být dorženy v dlouhodobém provozu a při různém stupni opotřebení dílčích zařízení v rozsahu jejich životnosti. Dále uvádíme i vybrané výkonové parametry kotle, které musel návrh kotle zohledňovat.

Jsou to zejména tyto parametry:

- maximální kontinuální výkon kotle (BMCR) 575 t/h,
- jmenovitý výkon kotle (Pjm) 546,9 t/h,
- účinnost kotle při jmenovitém výkonu kotle 90,5 %,
- teplota přehřáté páry 575 °C,
- teplota přihřáté páry 580 °C,
- tlak přehřáté páry při jmenovitém výkonu kotle 18,1 MPa,
- tlak přehřáté páry při maximálním kontinuálním výkonu kotle 19,1 MPa.

V zadání technického řešení kotlů se rovněž

vyskytly požadavky na zamezení struskování stěn ohniště, které doposud při spalování stávajícího hnědého uhlí činilo značné provozní problémy.

## Návrh spalovací komory

Při návrhu tvaru spalovací komory pro severočeská hnědá uhlí byla zohledněna následující kritéria:

- konstrukce spalovací komory a systém spalování musejí zajistit splnění emisního limitu NO<sub>x</sub> (pod 200 mg/m<sup>3</sup>) a CO (pod 250 mg/m<sup>3</sup>),
- konstrukce spalovací komory musejí zohlednit celý systém spalování uhelného prášku s dopady na nebezpečí struskování stěn výparníku,
- navržené rozměry spalovací komory musejí umožnit snížení průřezového a objemového tepelného zatížení spalovací komory a zároveň musí být brán ohled na dispoziční omezení stávající ocelové konstrukce.

Způsob vinutí a dimenzování trubek výparníku spalovací komory musel zabezpečit, že:

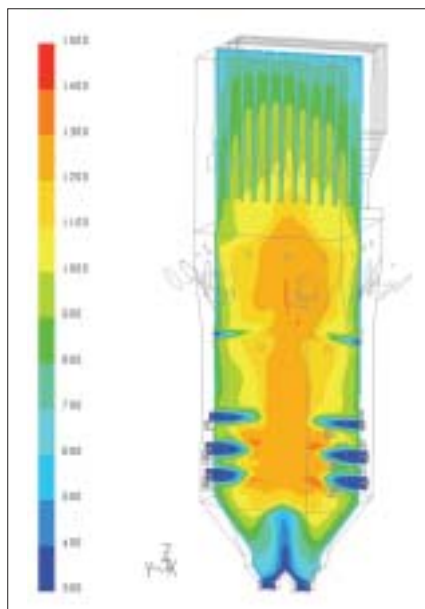
- tepelné zatížení trubek výparníku bude rovnoměrné,
- max. rozdíl v teplotě mezi nejteplejší a nejchladnější trubkou nepřesáhne 25 °C, avšak rozdíl teplot sousedních trubek bude minimalizován,
- navržený počet a dimenze paralelních trubek vyhoví požadavkům na tlakovou ztrátu kotle při jeho jmenovitém výkonu (celková tlaková ztráta vysokotlaké "(VT)" části kotle nesmí přesáhnout 4 MPa).

## Modelování spalování ve spalovací komoře

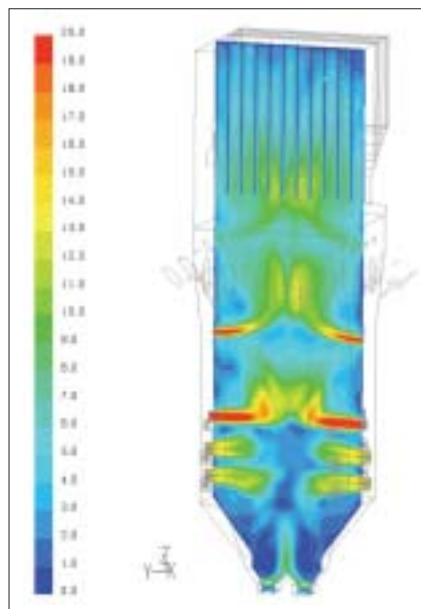
Při návrhu tvaru spalovací komory byl použit nepravidelný osmiboký půdorys spalovací komory se šesti skupinami hořáků umístěnými ve středu stěn. V horní části přechází osmiboká komora do mírně obdélníkového tvaru.

Pro systém spalování byla použita ověřená kombinace vířivého a proudového hořáku se sníženou produkcí NO<sub>x</sub> vycházející z konstrukce hořáku použitého v Elektrárně Pruněřov I. Pro jeden mlýnský okruh jsou dva nad sebou umístěné vířivé hořáky, nad kterými je umístěn hořák proudový. Pro zajištění dostatečné redukce emisí NO<sub>x</sub> byl použit dostupný přívod vzduchu po výšce spalovací komory.

Základní ověřování návrhu bylo provedeno prostřednictvím pásmového výpočtu spalovací komory, na kterém se ověřovaly základní údaje přebytku vzduchu v jednotlivých patrech dohořovacího vzduchu a teplotní úrovně po výšce spalovací komory. Dále na něm byla ověřována vhodná výška umístění jednotlivých pater dohořovacího vzduchu, aby byla zaručena dostatečná doba pobytu plamene v jednotlivých spalovacích zónách potřebná pro redukci emisí NO<sub>x</sub>. Charakter



Teplotní pole



Rychlostní pole



Pohled na práškový vřivý hořák s integrovaným plynovým hořákem

proudění ve spalovací komoře byl ověřován v programu Fluent pracovníky firmy MORE, s.r.o., která je rovněž garantem spalovacího procesu.

### Teplotní výpočet kotle

Nezávisle na pásmovém výpočtu spalovací komory se podle ruské metodiky výpočtu zpracoval teplotní výpočet ohniště a vlastního kotle. Metodika výpočtu je založena na použití teorie podobnosti v teplotních procesech ve spalovací komoře. Vzorce pro výpočet zahrnují závislosti poměrné teploty spalin na výstupu ze spalovací komory s Boltzmannovým číslem, stupněm černosti spalovací komory a součinitelem  $M$ , který charakterizuje průběh teploty spalin po výšce spalovací komory, a to poměrnou výšku spalovací komory, ve které se nachází maximální hodnota teploty plamene. Model teplotního výpočtu kotle nám umožnil navrhnout a ověřit všechny te-

ploměnné plochy v kotli tak, aby kotel splňoval požadavky na něj kladené. Zejména se jedná o dodržení teploty přehřáté páry v celém regulačním rozsahu kotle (tj. 50 % Pjm až BMCR) a teploty přehřáté páry v regulačním rozsahu 80 % Pjm až BMCR.

### Základní koncepce navrženého kotle

Kotel PG 575 je řešen jako průtlačný, dvoutahový, s granulačním ohništěm a přímým foukáním uhlénoho prášku do hořákových sekcí, s přehříváky a přihříváky páry.

K přípravě prášku je symetricky instalováno 6 ventilátorových mlýnů s práškovými hořáky zaústěnými ve zkosených rozích a bočních stěnách spalovací komory kotle.

Použité ventilátorové mlýny zajišťující spolehlivý provoz kotle na všech výkonových hladinách v regulačním rozsahu 50 až 105 % jmenovitého

výkonu, a to při spalování paliva o výhřevnosti 8,5 – 11 MJ/kg. Jmenovitý výkon kotle je zajištěn provozem pěti mlýnů.

Otáčkami pohonu mlýna regulovanými hydrodynamickou spojkou je řízen ventilační účinek mlýna v závislosti na jeho výkonu. Zároveň změnou otáček jsou regulovány i dynamické změny výkonu mlecího okruhu při změnách výkonu výrobního bloku.

Tepelná bilance sušení paliva vyhovuje provoznímu rozmezí teplot a obsahu  $O_2$  v primární směsi za třídícím na požadované úrovni resp. pod hodnotou 12 %  $O_2$ . Je regulována ofuky sušek směsí vzduchu s odpovídajícím podílem recirkulovaných spalin a regulováním množství temperovacího horkého vzduchu do mlýna, a to dle výkonu mlýna.

Vstup surového paliva v požadovaném množství do mlýna je zajištěn podavači paliva. Vzhledem k rozdílnosti dopravních tras paliva k jednotlivým mlýnským okruhům jsou podavače paliva rozděleny dle konstrukčního provedení do dvou skupin. První skupinu, která je charakterizována krátkou dopravní trasou, tvoří řetězové podavače. Druhá skupina, tedy zbývající podavače paliva, je v důsledku delší dopravní vzdálenosti a rizikového provozu při výskytu lepkavého paliva řešena jako kombinovaná. Jejich kombinace spočívá ve využití krátkých řetězových podavačů instalovaných pod zásobníky paliva a delších pásových podavačů. Pro odstranění uhlénoho práchu na dně pásového dopravníku je tento doplněn o řetězový vynašeč. Požadovaný výkonový rozsah podavačů paliva je realizován změnou otáček pohonu frekvenčním měničem.

Dopravované palivo vstupuje přes svodku do kanálu horkých spalin nasávaných ventilátorovým mlýnem z prostoru spalovací komory kotle. Z bezpečnostních důvodů jsou ve svodkách paliva umístěny rychlozávěrné klapky.

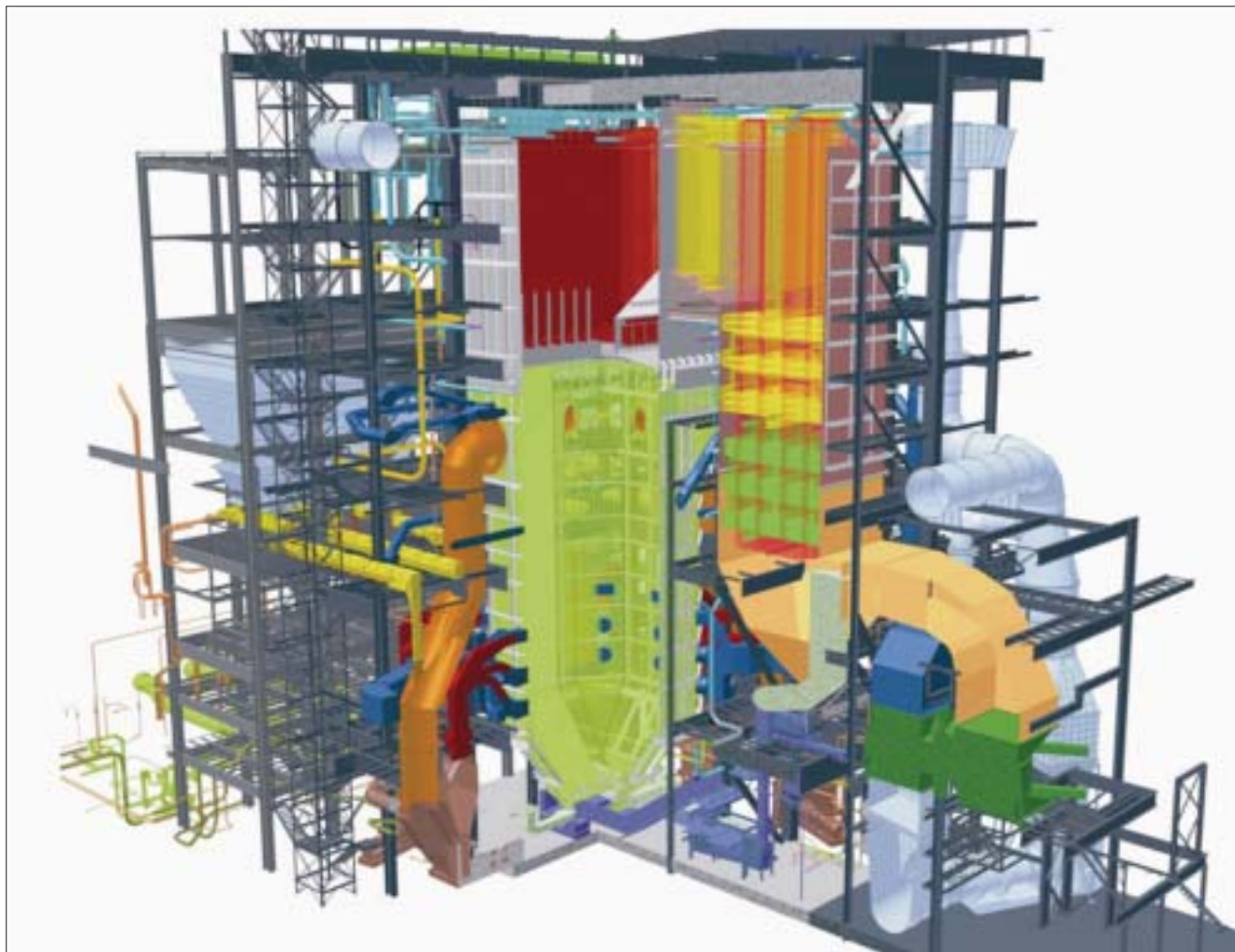
Práškové hořáky jsou po výšce rozděleny celkem do tří sekcí. První a druhou sekci tvoří vířivé hořáky. K zajištění pásmového spalování uhlénoho prášku na hořácích je vnitřní částí přiváděn zavířený jádrový spalovací vzduch a vnější částí zavířený sekundární spalovací vzduch.

V dolních vířivých hořácích jsou navíc zabudovány zapalovací resp. stabilizační hořáky na zemní plyn o jmenovitém výkonu 12 MWt.

Třetí sekci je proudový hořák, s regulovatelným činným výstupním průřezem sekundárního vzduchu klapkami ke zvýšení výstupních rychlostí primární směsi, resp. vzduchu při nižších průtočích.

Požadované rozdělení uhlénoho prášku mezi vířivými hořáky zajišťují ručně stavitelné vestavby zabudované ve výstupním práškovodu za třídícím. K přerozdělení primární směsi do horního proudového hořáku a vířivých hořáků slouží regulační klapka zabudovaná do výstupního práškovodu za třídícím.

Hořáky jsou nasměrovány tangenciálně k pomyslné kružnici. To zaručuje lepší objemové využití spalovacího prostoru kotle, eliminování tvorby nánosů na stěnách výparníku.



Vizualizace kotle

Celý systém spalování byl vyvinut společností MORE, s.r.o. a využívá podstechiometrického spalování s dohořivacími vzduchy umístěnými po výšce spalovací komory nad třemi sekcemi práškových hořáků.

Kotel je na kótě +57,5 m zavěšen do ocelového roštu, uloženého na nosnicích kotelny. Důraz je kladen na zavěšení a vedení kotle, které je řešeno tak, aby byly eliminovány koncentrace napětí. Spalovací komora dilatuje směrem dolů, zadní tah je oddělen od spalovací komory souvislou textilní dilatací a opět zavěšen na nosném roštu kotle. Zadní tah tak může volně dilatovat svisle dolů a vodorovně, aniž by v mezitahu vznikala přídatná namáhání, která vedou k poruchám tlakového celku kotle.

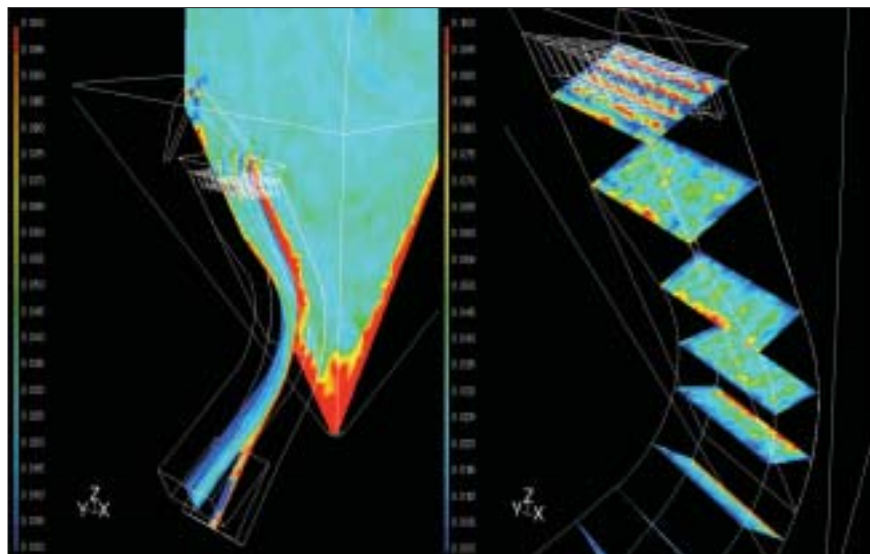
Pro dopravu spalovacího vzduchu slouží u každého kotle jeden vzduchový axiální ventilátor umístěný vně kotelny. Sací potrubí vzduchu je řešeno tak, aby v letním období byl nasáván vzduch z kotelny a v zimním období vzduch z venku. Vzduch je na výtlačku axiálního ventilátoru veden přes parní ohřívák vzduchu (POV) do regenerativního ohříváku vzduchu typu Ljungström (LJ), ve kterém je realizován přehřev vzduchu na požadovanou teplotu. K přehřevu vzduchu před vstupem do ohříváku je využito recirkulace horkého

vzduchu vystupujícího z LJ zavedeného do sání vzduchového ventilátoru.

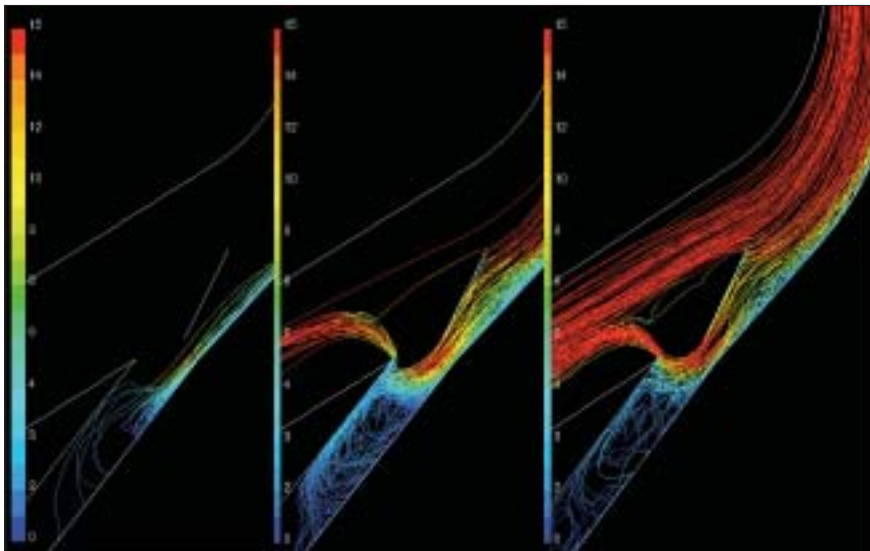
Ve spalinovém kanálu za ohřívákem vody jsou odebírány spaliny o teplotě cca 320 °C, které jsou zavedeny do výsypky ohniště k její fluidizaci a do ofuku sušek mlýnských okruhů k zamezení tvorby struskových nálepu.

Recirkulované spaliny jsou odebírány a dopravovány za pomoci radiálního recirkulačního ventilátoru RVM 2500. Před vstupem do ventilátoru jsou recirkulované spaliny zbaveny části popílku vhodným řešením odběru ze spalínového kanálu.

Spaliny zavedené do výsypky kotle částečně nahrazují úlohu dohořivacího roštu, avšak bez



Koncentrační pole popílku v nasávacím kanále (matematický model v systému Fluent)



Výsledky odloučení popílku v kolenné části nasávacího potrubí recirkulovaných spalin  
0,2 mm 0,09 mm 0,04 mm

instalace mechanického zařízení, a pozitivně ovlivňují přerozdělení částic popele mezi úlet a strusku. Zároveň přispívají ke snížení hodnoty nedopalu ve strusce a citelného tepla.

Na výstupu spalin z LJ je zabudována výsypka sloužící k odloučení zbytkových hrubých částic popílku. Kanál spalin se za regenerativním rotačním ohřívákem vzduchu (LJ) rozděluje do dvou paralelních větví vedených do dvou paralelních bloků třisekcových elektrických odlučovačů (EO). Ve spalinovodech jsou zabudovány usměrňovací vestavby pro lepší a rovnoměrné využití teplosměnné plochy LJ a výšky odlučovací sekce EO.

Spaliny zbavené odloučeného popílku se vhánějí jedním kouřovým ventilátorem do dvojblokové odsířovací jednotky k absorpci oxidu siřičitého. Odsíření nebude provozováno s nevyčištěnými spalinami od tuhých znečišťujících látek (TZL). Za EO jsou kouřovody mezi dvěma sousedními bloky (C+D, A+B) propojeny. V místě propojení spalin dvou kotlů, zbavených tuhých částic, jsou instalovány v každém kouřovodu uzavírací klapky těsněné horkým vzduchem, jenž zamezují průtoku spalin do kouřovodu odstaveného kotle. Odsířené spaliny jsou dále vedeny do chladících věží. Kouřový ventilátor překonává tlakový odpor kotle a rovněž tlakový odpor kouřovodů, EO a odsíření až po výstup do chladících věží.

### Tlakový systém kotle

Jednotlivé teplosměnné plochy tlakového celku byly navrženy a řazeny tak, aby respektovaly následující požadavky:

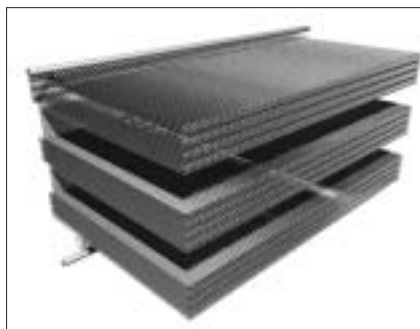
- dodržení teploty přehřáté páry v celém regulačním rozsahu kotle,
- dodržení teploty přehřáté páry minimálně od výkonové hladiny 80 % Pjm až BMCR,
- tlaková ztráta vysokotlaké části kotle nesmí překročit hodnotu 4 MPa při jmenovitém výkonu kotle,
- tlaková ztráta středotlaké části kotle nesmí překročit hodnotu 0,21 MPa při jmenovitém výkonu kotle,

- nulové množství vstřikované vody do středotlaké (ST) části tlakového celku kotle.

Zároveň však návrh uspořádání jednotlivých teplosměnných ploch zohledňoval požadavek na dosažení poměrně vysoké účinnosti kotle při jmenovitém výkonu kotle. Už na začátku projekčních prací bylo tedy zřejmé, že teplota spalin za ohřívákem vzduchu při jmenovitém výkonu kotle musí být snížena až k hranici 150 °C (tzn. pokles teploty odchozích spalin má příznivý dopad na hodnotu komínové ztráty kotle resp. účinnosti kotle), ale současně musí být zaručeno, že teplota odchozích spalin nebude nižší než teplota rosného bodu, a to v celém regulačním rozsahu kotle.

### Skladba tlakového systému kotle

Tlakový systém kotle se skládá z napájecí hlavy, napájecího potrubí, vstřikovacího potrubí, ohříváku vody, výparníku, separátorů, najížděcích nádob a soustavy přehříváků a přehříváku.



Ekonomizér

### Regulace teploty přehřáté páry

Teplota přehřáté páry je regulována vstřikováním napájecí vody odebírané před nebo za napájecím ventilem do převáděcího potrubí mezi bifluxem a šoty I (vstřík I), do převáděcího potrubí mezi šoty I a šoty II (vstřík II), a dále pak do převáděcího potrubí mezi šoty II a výstupním

přehřívákem (vstřík III). I. a II. vstřík plní především funkci ochrany materiálu šotů proti překročení přípustné teploty, III. vstřík navíc udržuje teplotu páry na výstupu z kotle na žádané hodnotě.

### Regulace teploty přehřáté páry

Při návrhu ST traktu kotle byl zohledněn požadavek na minimalizování tlakové ztráty této části. Ohřev přehřáté páry je zajišťován ve třech stupních. Vratná pára z turbíny je nejprve ohřívána ostrou párou ve výměníku typu biflux a následně spalinami ve dvoustupňovém mezipřehříváku MP I a MP II. Na vstupu vratné páry do bifluxu a před mezipřehřívákem MP I jsou vřazeny trojcestné regulační ventily, které umožňují měnit poměr množství páry procházející výměníkem (bifluxem resp. mezipřehřívákem MP I) a jeho ochozem. Mezi oba stupně mezipřehříváku MP I a MP II je za smíšením páry z MP I a jeho ochozu vřazen zdvojený 5. vstřík.

V kotli jsou dvě identické větve přehřáté páry LS levá a PS pravá strana kotle. V každé větvi jsou pro regulaci teploty přehřáté páry čtyři akční členy:

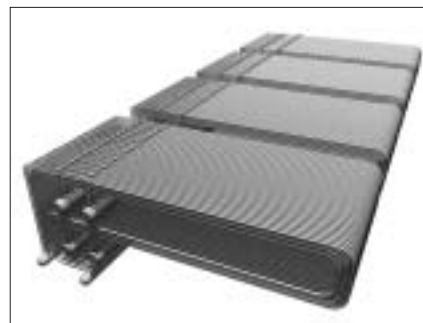
- TCRV bifluxu LS (PS) umožňující změnou průtoku páry přes biflux a jeho ochoz řídit stupeň přehřátí páry v bifluxu,
- TCRV přehříváku MP I LS (PS) umožňující změnou průtoku páry přes MP I a jeho ochoz řídit stupeň přehřátí páry na prvním stupni přehříváku MP I,
- RV 5.A1(2)a vstříku,
- RV 5.A1(2)b vstříku pro regulaci teploty přehřáté páry na výstupu z kotle.

K minimalizování množství potřebné vstřikové vody je pro regulaci teploty přehřáté páry navržena struktura vícestupňové kaskádové regulace - nejprve se teplota přehřáté páry reguluje trojcestným regulačním ventilem (RV) obtokem bifluxu dále pak trojcestným RV obtokem prvního dílu přehříváku MP I a vstřiková regulace vstoupí do činnosti až když zadanou teplotu nestačí uregulovat biflux a ochoz prvního dílu přehříváku.

Za normálního provozu bloku je trojcestný RV před přehřívákem MP I využit pro omezovací regulaci teploty za prvním dílem přehříváku MP I před smíšením.

### Nové prvky tlakového celku kotle

Pro zvýšení regulačního rozsahu kotle s dodržení teploty přehřáté páry je na obnovovaných kotlích instalován biflux. Biflux je konstruován jako



Biflux

protiproudý výměník trubka v trubce, který se skládá ze dvou částí, a to: VT část a ST část. Jedná se o teplosměnnou plochu, ve které vysokotlaká pára předává část své tepelné energie páře středotlaké. Biflux je tedy jediná teplosměnná plocha tlakového celku kotle, která není osálaná spalinami.

Přínos bifluxu:

- výrazně se podílí na zvýšení regulačního rozsahu kotle s dodržением teploty přehřáté páry (zvýšení účinnosti bloku),
- snižuje množství vstříků do ST i VT páry.

### Vysokotlaká přepouštěcí stanice (VTPS)

Nově jsou na kotlích v ETU II instalovány vysokotlaké přepouštěcí stanice, které nahrazují klasické impulsní pojišťovací ventily umístěné na výstupních parovodech přehřáté páry.

### Popis možného použití technologie VTPS

Pojišťovací funkce

- pracuje jako pojišťovací ventil s funkcí rychlého otevření
- redukuje VT páru na parametry páry vstupního přehříváku kotle
- obstarává dostatečné chlazení výhřevných ploch přehříváku v kotli
- umožňuje provoz kotle po rychlém odstavení turbíny při 100 % nebo menším výkonu
- umožňuje stabilní provoz kotle při současném snížení výkonu, tak aby byl zajištěn nový start turbíny

Funkce při najíždění kotle – systém VTPS umožňuje:

- najetí kotle v podmínkách studeného startu, teplého startu a horkého startu

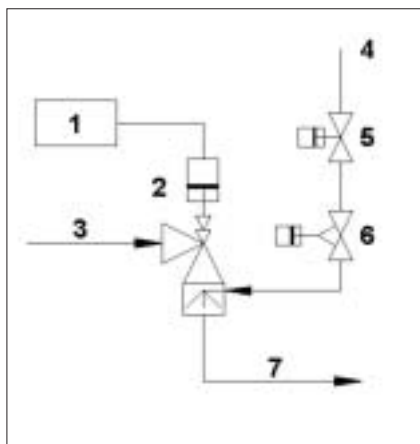


Schéma zapojení VTPS

#### Legenda k obrázku:

- 1 - skříň pro ovládání a řízení hydraulického systému
- 2 - přepouštěcí regulační ventil s hydraulickým pohonem
- 3 - vstup přehřáté páry z vysokotlakého traktu (VT)
- 4 - přívod chladicí vody (odběr vstříkové vody z potrubí před napájecím ventilem)
- 5 - uzavírací ventil chladicí vody pro vstřík s hydraulickým pohonem
- 6 - regulační ventil pro vstřík chladicí vody hydraulickým pohonem
- 7 - výstup páry o parametrech, na které je dimenzován trakt vratné páry

- ohřátí turbíny tak, aby se nevyskytly žádné nepřijatelné teplotní skoky
- synchronizace a zatěžování turbíny při stabilním provozu kotle
- opožděné najetí kotle, pokud je tato potřeba vyvolána jinými vnějšími vlivy

- vyregulování rozdílu mezi množstvím vyrobené a potřebné páry
- převzetí funkce regulace tlaku páry pro případy, kdy jsou v poruše regulace turbíny nebo regulace spalování. Současně se ochraňuje kotel před nepřipustným tlakovým gradientem.
- v průběhu najíždění kotle přizpůsobení parametrů ostré páry přípustným parametrům páry pro vstup do výhřevných ploch přehříváku v kotli
- kontrolu množství ostré páry protékající kotlem za účelem chlazení výstupního přehříváku v provozu s klouzavým tlakem

### Systém akustické emise

Z důvodu ochrany trubek jednotlivých teplosměnných ploch před poškozením je na kotlích instalován systém akustické emise. Tento systém umožňuje nepřetržitě on-line monitorování hluku uvnitř kotle a následně jej detekuje, vyhodnocuje a tím zachytí porušení kotlových trubek ve velmi brzkém stadiu. Včasnou detekcí je tak možno předejít rozšíření poškození.

**Ing. Martin Byrtus,**  
projektant,  
IVITAS, a.s.,

(významný dodavatel projekčních prací v nejnávratnějším  
pro VÍTKOVICE POWER ENGINEERING, ale  
i VÍTKOVICE MACHINERY GROUP)



### New boilers for low quality coal

At present, the company Vítkovice Power Engineering is performing an important job order what concerns its extent and demands, and it is related to the modernisation of power plants in Tušimice and Pruněřov. It is the so-called method of „retrofit“, when a completely new facility is being built on the place of the existing one. To be specific, we are talking about 4 units with output of 200 MWe in the Power Plant Tušimice II (KO ETU II). After initial problems with starting, now (in real operation) it is proved that production parameters of boilers are on the required level including compliance with very strict emission limits. The retrofit project means renewal of four generators and their accessories producing steam for new turbo-generators of existing output of 200 MWe but they work with higher steam parameters and enhanced efficiency. Lifetime of new steam generators is 25 years with considering major repair in middle of lifetime. The boiler design considered the deteriorating fuel characteristics – northern Czech coal, and it also fulfils more challenging requirements for the amount of produced emissions. The boiler renewal provides for elimination of operational problems, mainly slagging in the combustion chamber. New boilers will use the existing bearing steel structures as well as the platforms of the boiler room. The article describes a boiler prior to retrofit, the author deals with the requirements for proposed solution, describes the design for combustion chambers, it specifies the process and results of modelling combustion in the combustion chamber, it also mentions the thermal calculation of the boiler, describes basic concept of the designed boiler, composition of pressure system of the boiler, regulation of temperature of heated steam and informs about new elements of boiler pressure unit.

### Новые котлы для менее качественного угля

В настоящее время компания „Vitkovice Power Engineering“ занимается крупным по объему и требованиям заказом, который связан с модернизацией электростанций в Тушмице и Прунерево. Речь идет о так называемом методе «Retrofit», когда устанавливается новое оборудование вместо старого. Конкретно, речь идет о четырех блоках мощностью 200 МВт на электростанции Тушмице-II (КО ETU II). После начальных проблем с пуско-наладкой, сейчас (при реальной эксплуатации) выяснилось, что производственные параметры котлов находятся на требуемом уровне, включая соблюдение очень жестких лимитов эмиссий. Проект «Retrofit» представляет собой реконструкцию четырех паровых генераторов и их принадлежностей, производящих пар для новых турбогенераторов с имеющейся мощностью 200 МВт, но работающих с более высокими параметрами пара и улучшенным КПД. Срок службы новых паровых генераторов составляет 25 лет с предполагаемым капитальным ремонтом в середине срока службы. В проекте котла приняты во внимание ухудшающиеся свойства топлива (северо-чешского угля) и выполнены более строгие требования к количеству выделяемых эмиссий. При реконструкции котлов устраняются эксплуатационные проблемы, которыми является ошлакование в камере сжигания. Новые котлы будут использовать имеющиеся несущие стальные конструкции, а также площадки здания котельной. В статье описан котел до осуществления «Retrofit», автор рассматривает требования по предлагаемому решению, описывает проект камеры сжигания, приводит тепловой расчет котлов, описывает основную концепцию проектируемого котла, состав напорной системы котла, регулировку температуры подогретого пара и подробно рассматривает новые элементы напорного блока котла.