

# Spalinové kotle – půvab v rozmanitosti

**Autor se v článku zaměřuje na praktické zkušenosti, získané z realizací spalinových kotlů. Porovnává horizontální a vertikální kotle, aplikaci norem prezentuje realizace tzv. by-passových komínů, zabývá se problematikou dodatečného přitápění v kotli a na závěr neopomíná zdůraznit význam spolehlivosti dodávek procesní páry a způsobů montáže jednotlivých komponent kotle.**

Snaha o maximální zjednodušování a standardizaci projektování se odráží ve všech technických oborech, projekci kotlů nevyjímaje. Spalinový kotel, tedy kotel na odpadní teplo, které je nejčastěji generované ve spalinách z plynových turbín, si pak svojí relativní kompaktností řešení právě o maximální zkracování projekčních časů zdánlivě říká. S tímto trendem nelze než souhlasit, optimalizované výpočtové programy, standardní projekční přístup, typové řešení konkrétních návrhových uzlů atp. Ovšem i zde narážíme na technické limity dané různými reáliemi konkrétního projektu jako např. volba norem a interních předpisů, výkonové požadavky, parametry odebíraných médií, dispoziční omezení, emisními limity, subjektivní přání nebo zkušenosti konkrétních zákazníků nebo třeba jen nadmožská výška zdroje, která ovlivňuje parametry spalin generované plynovou turbínou. S kolegy se vždy na konci obchodního procesu shodneme, že přes desítky v posledních letech úspěšně zrealizovaných spalinových kotlů se nám ani jednou nepodařilo konkrétní projekt beze zbytku zopakovat. Tato skutečnost pak zejména platí pro průmyslové aplikace, či městské teplárny, kde je



Obr. 2 – Kotelnu projektu Rya Gotteborg se třemi identickými spalinovými kotli nelze přehlédnout při vjezdu do místního přístavu. Kotle byly navrženy na teplotu 1 000 °C za hořákem a disponují chlazenou membránovou spalovací komorou



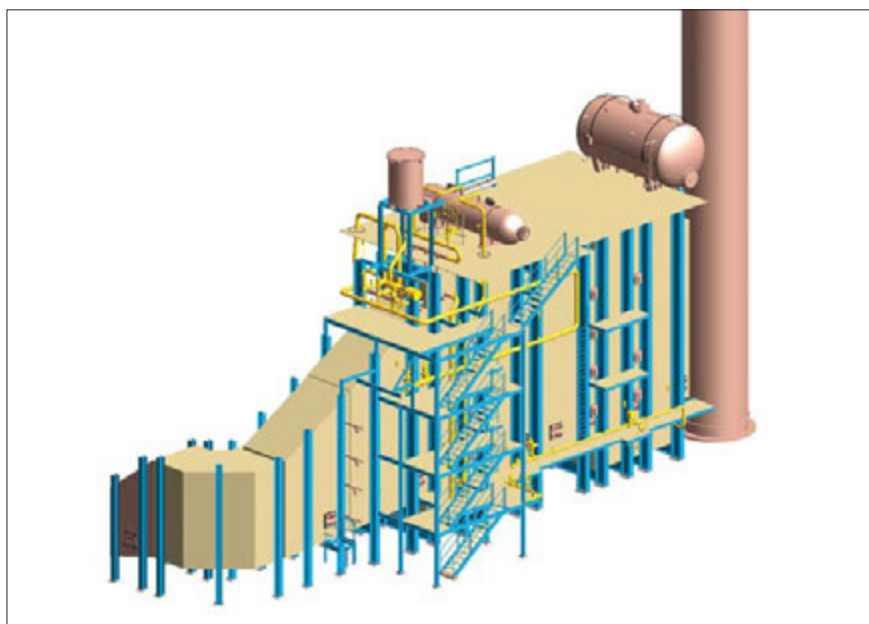
Obr. 1 – Projekt Ambarlı se nachází nedaleko mezinárodního letiště v Istanbulu. Jedná se o dva vertikální spalinové kotle za plynovou turbínu 300 MW. Zákazník požadoval možnost provozu plynové turbíny přes plně odvodněný kotel

prostá výroba elektřiny v kondenzačním cyklu doplňována odběrem procesní páry, či topného média.

To je na druhé straně důvod, proč v kotlařském oboru může být úspěšná projekčně inženýrská společnost, která zaměstnává cca 170 lidí vlastních ze 70 % vysokoškolský titul, a která veškerou výrobu nakupuje u svých partnerů. S každým novým projektem začínáme více či méně od začátku, samozřejmě s veškerou rutinou danou pouhým faktem, že u nás realizace jednoho projektu plynule navazuje na druhý. S jakými výzvami, či požadavky na technické řešení se u spalinových kotlů setkáváme?

## Horizontál versus vertikál

V zásadě jsou dvě základní technická řešení návrhu spalinového kotle – horizontální, kdy spaliny proudí přes kotel ve vodorovném směru, a vertikální,



Obr. 3 – Nedávno podepsaná zakázka pro korejského zákazníka se nachází v projekční fázi. Spalinový kotel bude dodatečně otopěn odpadním „pyrolyzním“ olejem. Tomu bude přizpůsoben jak návrh spalovacího systému, dimenzování výhřevných ploch, tak dodatečné umístění katalyzátoru. Na snímku 3D model

kdy se tak děje kolmo vzhůru. Velmi často se setkáváme s dotazy, které z těchto řešení je lepší, či ekonomicky výhodnější. Odpověď není jednoznačná a obecně aplikovatelná, jinak by samozřejmě už jedno z řešení skončilo v propadlišti dějin. Faktem je, že se dnes více prosazují horizontální kotle, ale to lze spíše přičíst prosté skutečnosti, že vertikální, se správně fungující přirozenou cirkulací ve výpamuku, „umí“ omezený počet dodavatelů spíše s evropskými kořeny.

Výhodou „horizontálu“ je zejména již zmíněná bezpečná cirkulace parovodní směsi nebo menší rizika při nesprávném nastavení chemického režimu napájecí vody. U „vertikálu“ byla vždy zejména podtrhována dispoziční výhoda menší zastavěné plochy. To je ale dnes čím dál více relativizováno, ovšem pokud se nám vstupní spalinovod neprotáhne umístěním kanálového hořáku, případně pokud nemusíme do kotle přidávat další modul



Obr. 4 – Projekt BorsodChem sestává ze dvou spalinových kotlů za plynovou turbínu 25 MW a dvou topených kotlů, které jsou trvale drženy v teplé záloze. Projekt byl dodán „na klíč“ včetně kompletní kotelny



Obr. 5 – Projekt Bucuresti Vest byl mimo jiné první dodávkou nového kotle v postkomunistické éře Rumunska. Tomu odpovídala drobnohledná optika, s jakou místní orgány ke schvalování tohoto zařízení přistupovaly. Kotel je venkovního provedení s dodatečným přitápěním a byl z důvodů omezeného prostoru montážně sestavován po jednotlivých řadách výhřevných ploch až na místě

s katalyzátorem. Pak můžeme z „horizontálu“ opravdu dostat slušnou „housenku“. Co považují za opravdovou provozně servisní výhodu vertikálu je relativně snadný přístup ke všem trubkám výhřevných ploch přes kolínka jejich propojek, z konstrukčního hlediska pak jednoduchá možnost integrace ocelové konstrukce kotle a kotelny.



Obr. 6 – Dodávka spalinového kotle pro zákazníka v Kispesti byla jednou z řady úspěšně realizovaných projektů v Maďarsku. Vertikální jednotláký kotel s odběrem tepla pro vytápění města byl dodán v „C-ěčkových“ modulech

Z pohledu našich realizací zůstává poměr obou typů kotlů přibližně vyrovnaný.

#### EN normy versus ASME

Další souboj, který se na poli spalinových kotlů odehrává, se týká aplikace návrhových norem tlakového celku. Zde lze říci, že ASME normy jednoznačně vítězí ve světě a dnes již i v Evropě. Světovou výjimku převážně tvoří pouze německy mluvící země a jejich nejbližší sousedé. Důvod je podle mého velmi jednoduchý a nesouvisí s návrhovými kritérii, či materiály. Prostě s postupným vytěšňováním těžké výroby na východ je konkurenceschopná výrobní základna stále více zaměřená

právě na americké normy. Pro nás jako dodavatele pohybujícího se na mezinárodních trzích je schopnost aplikace obou základních norem nezbytnou rutinou.

#### Proč by-pass?

Ještě dnes se u některých provozovatelů setkávám s názorem, že instalace by-passového komínu je nezbytná pro bezpečné najetí kotle. Samozřejmě tomu tak není. Spalinový kotel lze bezpečně provozovat i bez by-passového komínu. Zásadní nezbytností je správné naprogramování logik najíždění celého bloku, které zohlední požadavky bezpečného najetí kotle.

Přesto se s instalací by-passového komínu potkáváme v poslední době velmi často. U posledních čtyř projektů tři obsahovaly by-passové řešení a ne vždy se standardním přístupem. Například u projektu Ambarli v Turecku (viz obr. 1) zákazník požadoval po zkušenostech na provozovaných zařízeních, aby funkci by-passového komínu převzal samotný kotel. To znamená, aby kotel byl naprojektován na možnost „suchého“ provozu s odvodněnými plochami.

Projekt Polyarnaya v Rusku má standardní řešení samostatného by-passového komínu, ale účel je u obou stejný, tj. zajistit možnost samostatného provozu plynové turbíny při odstávce parního okruhu, případně rychlejší najetí výkonu turbíny. Na projektu Dubal v Arabských Emirátech jsme řešili daleko větší výzvu. Zákazník zde požaduje možnost samostatné regulace výkonu plynové turbíny, která vychází z provozních potřeb hliníkárn, a dodávek syté páry z kotle do odsolovacího zařízení. Konečným řešením je společná regulace jednotlivých bloků pomocí regulace množství spalin přes kotel systémem žaluziových klapek v závislosti na tlaku páry ve sběrném kolektoru.

#### Dodatečné přitápění v kotli

Instalace dodatečných hořáků v kotli umožňuje optimalizovat požadovaný výkon bloku v elektrické energii a případně další odběry tepla a zajišťuje větší flexibilitu kotle. Obvykle kanálové hořáky při spalování využívají zbytkový kyslík ve spalinách, přičemž velikost kotle paradoxně zvětšením jeho parního výkonu nenarůstá. Zvýšením teploty spalin při prakticky neměnném průtoku jsou zajištěny podstatně zlepšené podmínky přestupu tepla mezi médii. Pro projektanta kotel s přitápěním vždy představuje větší výzvu a nutnost pečlivého zvažování návrhových kritérií. Jednak je třeba vždy zajistit zrovnoměnění proudu spalin z plynové turbíny před průchodem přes hořák, jinak hrozí riziko nesplnění emisních limitů (u řady projektů stejně instalujeme katalyzátor pro sekundární redukci emisí), samozřejmě vyšší teploty do kotle ovlivňují materiálovou volbu, ale i řešení spalinových kanálů, které jsou ve standardním provedení nechlazené, s vnitřní izolací krytou nerezovými plechy.

V případě teplot nad 800 °C dáváme pak přednost tepelně stabilizovaným izolacím bez krycích plechů, případně chlazeným membránám. Klíčovým kritériem je rovněž požadavek zákazníka



Obr. 7 – Rusko patří k našim klíčovým trhům. Ukázkou realizace je projekt Vologda montovaný na stavbě ruským zákazníkem z dodaných „C-ěčkových“ modulů horizontálního spalínového kotle



Obr. 8 – Projekt Mellach představuje naši největší zakázku v oboru spalínových kotlů a sestává ze dvou jednotek umístěných za plynovou turbínou 300 MW dodaných včetně kompletní kotelny. Každý z kotlů byl postupně sestaven z 18 tlakových svazků zavěšovaných do předmontované ocelové konstrukce

na udržení parametrů přehřátí páry. Pokud se v některých případech teplota spalin při provozu může až zdvojnásobit, představuje řešení systému

regulace teploty přehřátí páry rovněž důležitý úkol. Možnost zvyšování výkonu spalínového kotle dodatečným přitápěním je teoreticky neomezená, při dosažení kritického minima kyslíku ve spalinách lze za použití přetlakových ventilátorů doplňovat čerstvý vzduch do spalin (o typických aplikacích tohoto řešení spíše v následující odstavci).

Z řady našich realizací dodatečného spalování je jednoznačně nejzajímavější švédský projekt Rya Gotteborg (viz obr. 2), kde teplota za hořákem dosahuje až 1 000 °C a na přání zákazníka jsme spalínový kotel vybavili chlazenými membránami a instalovali jednotku katalyzátoru pro snížení emisí. Posledním, před měsícem zakázkovým přírůstkem na náš referenční seznam je projekt LG Chem v Jižní Koreji (viz obr. 3), který dodáváme společně s naším korejským partnerem. Z ekonomických důvodů je u naprosté většiny projektů dodatečné přitápění realizováno pouze plynými palivy. Na projektu LG Chem je ovšem topným médiem odpadní „pyrolýzní“ olej, jehož specifika, mimo speciální řešení hořáků a instalaci katalyzátoru, si vyžádala rovněž nestandardní přístup k řazení a dimenzování roztečí žebrovaných trubek a nutnost instalace parních ofukovačů v kotli tak, abychom zamezili jeho postupnému zanášení.

#### Řešení spolehlivosti dodávek

Zejména u průmyslových aplikací se rovněž můžeme setkat s požadavkem zákazníka na garanci nepřerušené dodávky procesní páry i v případě

neplánovaného odstavení plynové turbíny. Principální řešení jsou dvě. Buď společně se spalínovým kotlem dodáme záložní klasický kotel, který je držen v horké záloze pomocí nahřívání cizí parou. Takovéto řešení jsme realizovali na projektu BorsodChem v Maďarsku (viz obr. 4). Nebo se na vstupu do spalínového kotle instaluje „inteligentní“ by-passový systém se vzduchovým ventilátorem, který při správném nastavení sekvencí provozního přejetí zajistí, aby případné odstavení plynové turbíny nemělo za následek „zhasnutí“ kanálových hořáků a odstavení kotle. Na optimalizaci provozu podobného systému jsme se podíleli na projektu Solvay (Portugalsko).

#### Není montáž jako montáž

Zvolený způsob dopravy a montáže podstatným způsobem ovlivňuje projekční řešení spalínového kotle. Standardně se snažíme spalínové kotle dodávat v kompletních modulech včetně předizolovaných kanálů. V případě větších aplikací pak moduly buď dělíme na poloviny, tzv. „C-ěčka“, nebo dodáváme v předmontovaných svazcích bez kanálů. Ovšem najdou se i výjimky, spalínový kotel pro rumunský projekt Bucuresti Vest (viz obr. 5) byl dodán na stavbu v jednotlivých samostatných řadách trubek a namontován po kusech pomocí kladkové dráhy. Důvod byl velmi jednoduchý. Společně se zákazníkem jsme nenašli v extrémně omezeném prostoru stavby místo pro těžký jeřáb. Typickým reprezentantem modulové montáže pak byl projekt Kispest v Maďarsku (viz obr. 6) nebo ruský projekt Vologda (viz obr. 7) dodaný v „C-ěčkách“. Asi největším montážním „soustem“ pak byl projekt Mellach v Rakousku (viz obr. 8), dodávka dvou spalínových kotlů za plynovou turbínu 300 MW včetně kompletní kotelny. Každý kotel byl dodaný a namontovaný v osmnácti samostatných nadrozměrných svazcích.

S dalšími projekty budou samozřejmě přicházet další požadavky na nová projekční řešení nejen u spalínových kotlů, ale i kotlů klasických, topných, ať olejoplynových, uhelných či na spalování biomasy. Všude tady se uplatní silný projekční tým, kterým naše společnost disponuje.

**Pavel Holík,**  
ředitel produktového prodeje,  
Bilfinger Babcock CZ s.r.o.

#### Exhaust-heat boilers - the charm of diversity

In the article the author focuses on practical experience acquired in the area of exhaust-heat boilers implementation. He compares horizontal and vertical boilers, deals with the applicable legislation, presents his opinion concerning the implementation of the so-called by-pass smoke stacks, deals with the issue of additional heating in the boiler and in conclusion, the author remembers to emphasize the importance of the reliability of process steam supplies and of the installation of individual components of the boiler.

#### Котлы продуктов сгорания - прелесть в разнообразии

Автор в статье обращает внимание на опыт, полученный в результате реализации котлов продуктов сгорания. Автор сравнивает горизонтальные и вертикальные котлы, интересуется правовыми аспектами, предлагает свое мнение о реализации так наз. бай-пасовых дымоходов при подсоединении котлов, описывает проблематику дополнительного притопливания в котле, и в завершении не забывает подчеркнуть значение надежности поставок пара и монтажа отдельных компонентов котла

## KVALITA JE NÁŠ ÚSPĚCH

Bilfinger Babcock CZ s.r.o. je významným dodavatelem parních kotlů a elektrárenských zařízení. Námi dodávaná zařízení vyrábějí tepelnou a elektrickou energii s využitím technologií šetrných k životnímu prostředí. Poskytujeme komplexní řešení pro různé energetické zdroje využívající široké škály paliv, případně zdroje využívající odpadního tepla. Rozsah našich služeb začíná od technické studie proveditelnosti až po konečnou montáž, zprovoznění zařízení a celkový servis.

### Produktové portfolio

- Kotle na využití odpadního tepla
- Kotle spalující čistou biomasu
- Kotle spalující uhlí
- Speciální kotle
- Komplexní dodávky (na klíč)
- Servis, rekonstrukce a modernizace
- 3D Laser Scanning

Bilfinger Babcock CZ s.r.o.  
Křížkova 72, 612 00 Brno  
[www.babcock-cz.bilfinger.com](http://www.babcock-cz.bilfinger.com)



**FLASH STEEL  
POWER**



## TECHNOLOGICKÉ CELKY - HUTNÍ MATERIÁL PRO ENERGETIKU STROJNÍ POLOTOVARY A DÍLY - MATERIÁLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

### Technologické celky pro energetický a chemický průmysl

Parovody, tlakové nádoby,  
výměníky, plynová potrubí,  
spalinovody

### Hutní materiál pro energetický a chemický průmysl

Ocelové trubky, rovné trasy,  
ohyby, armatury, redukce,  
T-kusy, příruby, plechy, výpalky,  
ploché a kruhové tyče



Flash Steel Power, a.s., Martinovská 3168/48, 723 00 Ostrava, tel.: +420 596 958 542, [info@flashsteel.cz](mailto:info@flashsteel.cz), [www.flashsteel.cz](http://www.flashsteel.cz)