



## Odborná informace

Prof. Dr. Ing. Eberhard Franz, soudní znalec v oboru Výroba páry a energetické technologie, ustanovený Průmyslovou a obchodní komorou Nürnberg  
Dipl.-Wirtschaftsing. (FH), Dipl.-Informationswirt (FH) Markus Tuffner,  
Bosch Industriekessel GmbH



**BOSCH**  
Stvořeno pro život

## Studený start u válcových kotlů

### Úvod

Studené starty znamenají pro válcové kotle výrazně větší mechanické zatížení než obvyklý provoz. U prvotního uvedení do provozu nelze studenému startu předejít. Podobné procesy mohou ovšem probíhat také po prvním uvedení do provozu, např. po delších odstávkách nebo u kotelen s více kotli s regulací bez udržování tlaku a teploty. Vyznačují se tím, že voda v kotli nedosahuje bodu varu. Například je-li teplota vody při prvním uvedení do provozu cca 20°C a tím pádem je o 80K chladnější než voda na bodu varu při absolutním tlaku 1bar.

Důvodem pro vyšší mechanické zatížení u studených stavů ve srovnání s obvyklým provozem je výrazně vyšší rozdíl teplot mezi plamencem a pláštěm kotle. V důsledku toho je tepelná roztažnost plamence vzhledem k plášti kotle výrazně větší než u obvyklého provozu. To vede k výrazně zvýšenému mechanickému namáhání všech spojovacích a kotvicích prvků mezi plamencem a pláštěm kotle příp. plamencem a chladnějšími trubkami spalin jako např. spoj plamenec-dno, kotevní trubky, spoj plamenec-obratová komora, rohové kotvy atd...

Níže uvádíme nejdříve příklad výpočtu teplotního rozdílu mezi plamencem a pláštěm kotle a následně souhrnné hodnocení.

### Výpočet teplotních rozdílů plamenec-plášť kotle při studeném startu

Na základě jednoduchého výpočtového modelu byla vypočítána průměrná teplota plamence. Přitom bylo přihlíženo k následujícím, v praxi ověřeným zásadám:

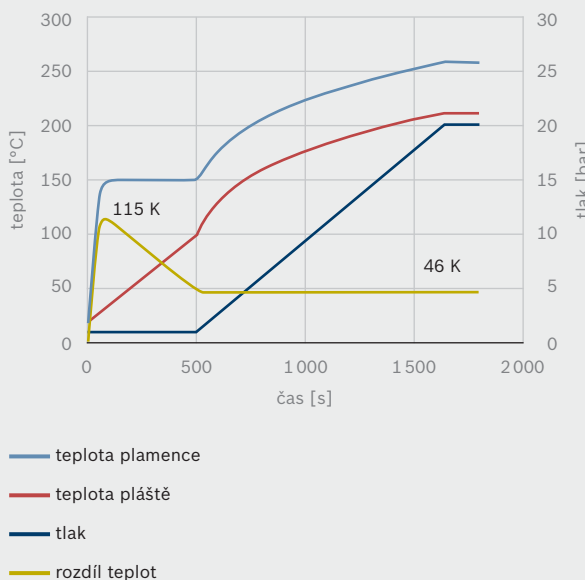
- Proces nahřívání probíhá nejdříve s otevřeným parním ventilem při absolutním tlaku 1bar. Teplota kotlové vody na začátku je 20°C a s časem lineárně stoupá až do dosažení bodu varu (fáze 1)
- Poté následuje proces nahřívání s uzavřeným parním ventilem. Byl definován růst tlaku 1bar/min, což odpovídá běžnému nárůstu tlaku u válcového kotle při plném výkonu hořáku a zavřeném parním ventilu (fáze 2).

Výpočty byly provedeny v první fázi s různými výkony hořáku, v druhé fázi byl předpokládán 100% výkon hořáku.

Plášť válcového kotle má přibližně stejnou teplotu jako kotlová voda. Proto podléhá výrazně nižší tepelné roztažnosti než plamenec, který je silně vytápěn plamenem hořáku. Rozdíl teplot mezi průměrnou teplotou stěny plamence a pláště kotle je proto měřítkem pro různé délkové změny plamence a pláště kotle. Odlišné délkové změny, v odborném žargonu označované také jako „posun plamence“, musí být přeneseny pomocí spojovacích prvků.

**Graf 1: Výsledek výpočtu se 100% výkonem hořáku ve fázi 1.**

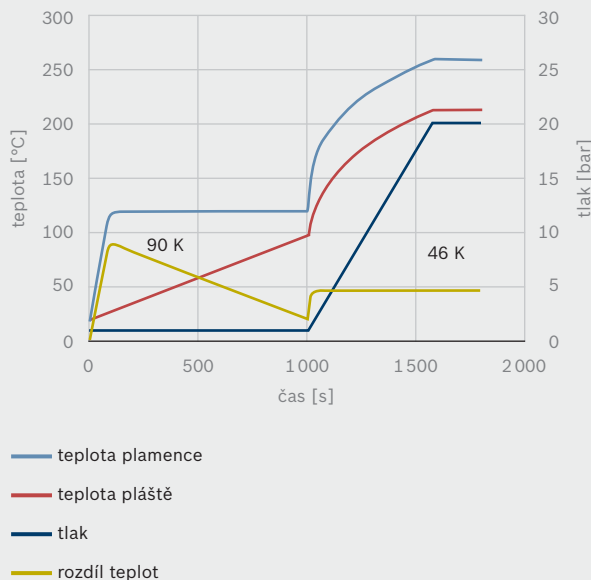
V závislosti na čase je znázorněna teplota kotlového pláště, průměrná teplota plamence, jejich rozdíl a absolutní tlak kotle.



V důsledku vysokého zatížení hořáku trvá cca 500 s, než voda v kotli dosáhne bodu varu. Zajímavý je průběh teplotních rozdílů. S hodnotou 115 K dosáhne svého maxima. To je 2,5 násobek hodnoty obvyklého provozu (46 K). Jinými slovy: posun plamence v průběhu studeného startu se 100% výkonem hořáku ve fázi 1 je až 2,5 násobně větší než za normálního provozu. Z toho vyplývá, že v porovnání s obvyklým provozem je mechanické zatížení válcového kotle výrazně vyšší. Jediný faktor, který může provozovatel kotle ovlivnit je redukce výkonu hořáku ve fázi 1.

**Graf 2: Poměry pro 25% výkonu hořáku ve fázi 1.**

Na základě redukce vytápění trvá 2000 s než voda v kotli dosáhne bodu varu. Maximální teplotní rozdíl mezi kotlovou vodou a plamencem činí 90 K, čili stále ještě 1,96 násobek hodnoty obvyklého provozu.



### Shrnutí

Studené starty představují výrazně větší mechanické zatížení než je zatížení v obvyklém provozu. Měly by probíhat s co možná nejmenším výkonem hořáku až do dosažení bodu varu. Každopádně je nutné poznamenat, že i při 25% výkonu hořáku činí maximální posun plamence 2 násobek posunu stacionární hodnoty. Proto je třeba se procesům podobným studenému startu po prvním nevyhnutelném studeném startu vyhnout.

V zájmu provozu bez následných škod u zařízení, která jsou provozována jen občas a s delšími odstávkami (např. odstávky o víkendech nebo rezervní kotel v kaskádě) se důrazně doporučuje vybavit zařízení regulací s udržováním tlaku a teploty podle nejnovějšího stavu techniky.

Bosch Termotechnika s.r.o.  
Průmyslová 372/1  
108 00 Praha 10  
Tel.: +420 272 191 111  
Fax: +420 272 700 618

[www.bosch-industrial.com](http://www.bosch-industrial.com)

Výrobní závody:  
Závod 1 Gunzenhausen  
Bosch Industriekessel GmbH  
Nürnberger Straße 73  
91710 Gunzenhausen  
Německo

Závod 2 Schlungenhof  
Bosch Industriekessel GmbH  
Ansbacher Straße 44  
91710 Gunzenhausen  
Německo

Závod 3 Bischofshofen  
Bosch Industriekessel Austria  
GmbH  
Haldenweg 7  
5500 Bischofshofen  
Rakousko

© Bosch Industriekessel GmbH |  
Ilustrace slouží pouze jako příklad |  
Změny vyhrazeny | 07/2012 |