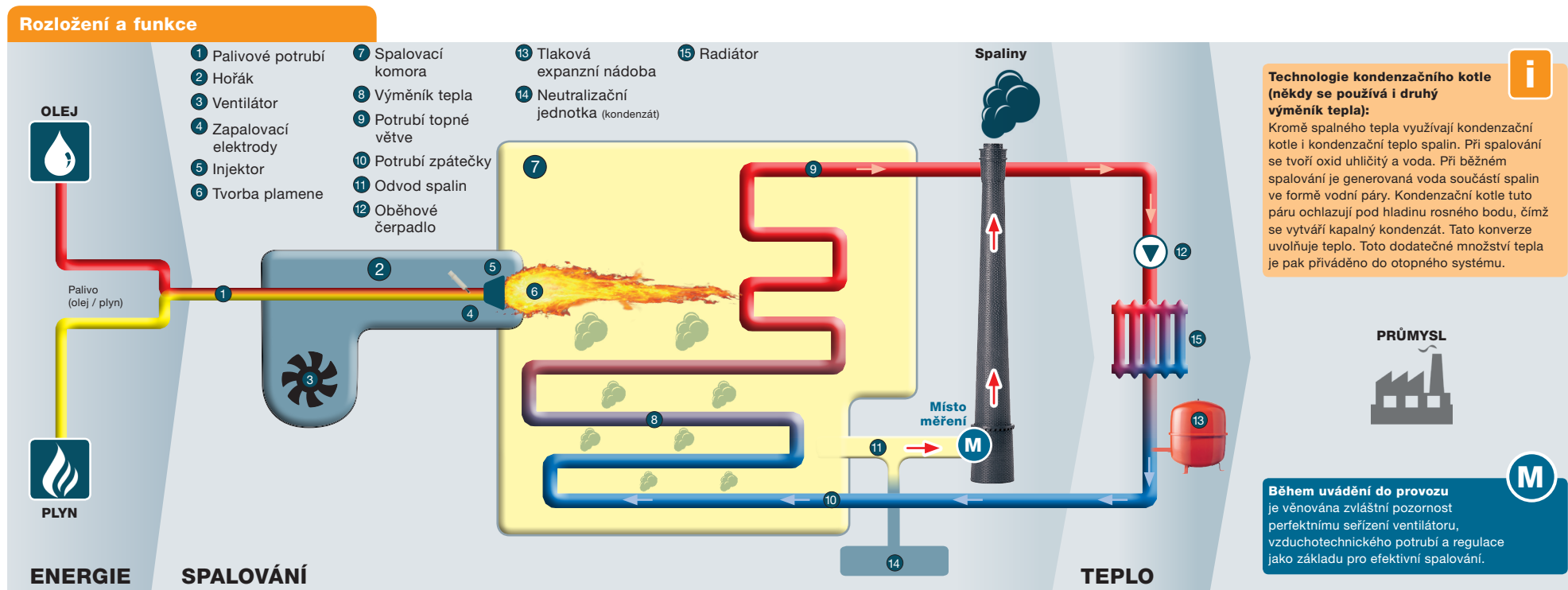


## Popis použití: hořák / kotel



### Typické procesy spalovacích topných systémů

#### I. Dodávka a příprava paliva

**A: Olej** - Palivo je dopravováno z olejové nádrže do hořáku pomocí čerpadla; tento proces se spouští skrze nastavení vytápění (v závislosti na požadovaném množství tepelné energie). Palivo je prvně předehříváno. Elektromagnetický ventil se otevře, palivo se atomizuje v injektoru a následně vstříkne do spalovací komory.

**B: Plyn** - Palivo je přiváděno do hořáku tlakem v plynovém rozvodu, tento proces se spouští skrze nastavení vytápění (v závislosti na požadovaném množství tepelné energie). Elektromagnetický ventil se otevře, palivo se atomizuje v injektoru a následně vstříkne do spalovací komory.

#### II. Přívod nasávaného vzduchu

Nasávaný vzduch se přivádí k plameni hořáku pomocí ventilátoru. Dostatečný přívod nasávaného vzduchu zajišťuje široký rozsah nastavení, stabilní spalování a optimální hodnoty emisí.

#### III. Zážeh hořáku

Zapalovací jiskry (zapalovací elektrody) zajišťují, že se směs paliva a vzduchu vznítí a pokračuje v hoření samostatně. Sledování plamene pomocí:

Plyn: detektor ionizačního plamene (ionizační elektrody)  
Olej: fotoelektrický nebo infračervený detektor plamene

#### IV. Spalování

Spaliny proudí přes povrchy výměníku tepla kotle a během tohoto procesu uvolňují tepelnou energii do topné vody přes vnitřní povrchy. Topná voda je vedena přes přívodní potrubí do radiátorů oběhovým čerpadlem, kde se uvolňuje teplo do okolního prostředí. Chladná voda poté proudí zpět, aby se znovu zahřála. Pro udržení určité dodávky teplé vody lze do otopného systému nainstalovat zásobník teplé vody. Musí být zaručena dobrá tepelná izolace a dodržení stanovené teploty (např. 60 °C).

## Popis použití: hořák / kotel

### Měření

#### Místo měření **M** testo 340 / testo 350

##### Kde měření probíhá?

- Ve spalinovém potrubí

##### Proč se měření provádí?

- Měření spalin pro řešení problémů / diagnostiku
- Měření spalin pro pravidelné prohlídky a služby
- Dodržování hraničních hodnot emisí
- Optimalizace účinnosti hořáku
- Nastavení různých zatěžovacích bodů

##### Co se měří?

- O<sub>2</sub>
- CO<sub>2</sub> (výpočet s testo 340)
- CO
- NO
- NO<sub>2</sub>
- SO<sub>2</sub>
- Komínová ztráta
- Tah / tlak
- Diferenční tlak
- Teplota
- Diferenční teplota

#### Typické naměřené hodnoty v místě měření:

Měřený parametr	Olej - obsah spalin	Plyn - obsah spalin
O <sub>2</sub>	2...5 %	2...3 %
CO	5...80 ppm	0...50 ppm
CO <sub>2</sub>	10...15,4 %	6...12 %
NO	20...100 ppm	10...100 ppm
NO <sub>2</sub>	2...25 ppm	2...25 ppm
SO <sub>2</sub>	5...40 ppm (v závislosti na obsahu síry v palivu)	5...40 ppm (v závislosti na obsahu síry v palivu)

##### Olej:

- Teplota spalin: 40...200 °C (+40 °C u kondenzačních systémů)
- Tlak ve spalinovém potrubí: -0,5...0,5 mbar/hPa

##### Plyn:

- Teplota spalin: 250...500 °C (+40 °C u kondenzačních systémů)
- Tlak ve spalinovém potrubí: -0,5...0,5 mbar/hPa

### Výhody analyzátorů spalin Testo

#### testo 340: pro uvádění do provozu, servis a údržbu

##### Výhody:

- Vždy připraven k měření díky robustní, nízkoudržbové technologii
- Samočisticí efekt ve speciální hadici (PTFE): kondenzát ani nečistoty se nezachytí na stěnách hadice
- Snadná oblůha: možnost prodloužení přívodní hadice (až 7,8 m) znamená, že uvidíte měřené hodnoty i ve vzdáleném místě měření
- Žádné prostoje díky předkalibrovaným a vyměnitelným plynovým senzorům
- Rozšíření měřicího rozsahu (faktor 5): neomezené měření vysokých koncentrací (CO až do 50 000 ppm)
- Vhodný pro použití s bioplynem a měření SO<sub>2</sub>



#### testo 350: oficiální měření emisí (v závislosti na zemi původu)

Testo 350 je doporučovaný přístroj pro oficiální měření spalin (chlazení plynu k dispozici, ředění vysokých hodnot CO).

##### Výhody:

- Integrovaná úprava plynu pro přesné (suché) výsledky, i v případě dlouhodobých měření bez kontroly
- Bluetooth spojení umožňuje pohodlnou práci i na velké vzdálenosti (až 100 m přímé viditelnosti) mezi kontrolní jednotkou a místem měření
- Vhodné pro provádění oficiálního měření spalin (v závislosti na zemi)
- Rozšíření měřicího rozsahu (faktor 2, 5, 10, 20 nebo 40): neomezené měření vysokých koncentrací (CO až do 400 000 ppm s faktorem 40)
- Vhodný pro použití s bioplynem a měření SO<sub>2</sub> a H<sub>2</sub>S



### Typická měřicí apertura



### Praktické tipy

#### Pokles teploty / nízká teplota spalin:

- Na termočlánu se vyskytuje kapička kondenzátu → upevněte sondu horizontálně nebo směrem dolů tak, aby šlo kondenzát extrahovat nebo jej nechat odkapat
- Z přístroje vyteče hodně kondenzátu: to znamená, že jsou výsledky měření nepřesné nebo že je přístroj poškozený → použijte přípravnu plynu místo jímký kondenzátu

#### Neobvykle velké spalínové ztráty:

- Chybná kalibrace měřicího přístroje
- Chybné nastavení paliva
- Externí teplotní čidlo nasávaného vzduchu je měřeno přímo v systému

#### Nízké hodnoty pro měření tlaku:

- Chybné nastavení nuly u tlakového senzoru
- Ústrojí přístroje pro měření tahu vykazuje únik

#### Vysoké hodnoty pro měření tlaku:

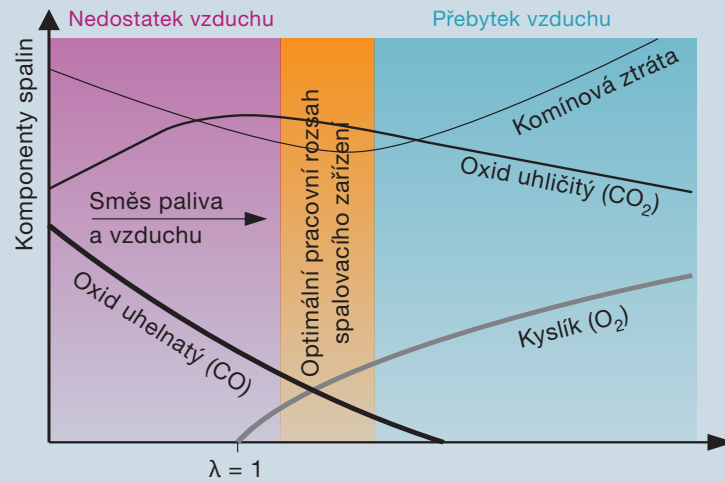
- Chybné nastavení nuly u tlakového senzoru
- Komínová ztráta je příliš silná → instalace regulátoru tahu, otevření čistícího otvoru a měření

# Popis použití: hořák / kotel

## Teoretické podklady 1

### Stanovení emisí pomocí teplotního diagramu

→ optimální poměr paliva k množství nasávaného vzduchu ( $\lambda$ )



#### Nasávaný vzduch a vlhkost ovlivňují objem spalin:

- Objem spalin je zředěný, to znamená, že relativní koncentrace plynových složek klesá
- Je nutné použít referenční hodnoty pro porovnání výsledků se specifikacemi nebo s výsledky jiných měření
- Příklad: relativní koncentrace  $\text{SO}_2$  klesá mezi 0,14...0,20 % v závislosti na vlhkosti a přebytku vzduchu (viz tabulka):

	$\text{N}_2$	$\text{CO}_2$	$\text{SO}_2$	$\text{H}_2\text{O}$	$\text{O}_2$
Stechiometrické / sucho	82,6	16	0,20	0	0
Stechiometrické / vlhko	74,7	14,4	0,18	10,7	
25 % PZ / sucho	82,8	12,7	0,16	0	4,4
25 % PZ / vlhko	75,6	11,6	0,14	8,7	4

Obr. 1 Referenční hodnoty

Stechiometrické = přidělení množství vzduchu k množství paliva (pro spalování je dodáno přesně množství kyslíku, které je aritmeticky potřebné k úplnému spalování)  
PZ = Přebytek vzduchu

#### Průměrný přebytek vzduchu:

Plyn:  $\lambda = 1,05 \dots 1,15$   
Olej:  $\lambda = 1,1 \dots 1,2$  (1,21 se silnou komínovou ztrátou)

### Přebytek vzduchu (optimální pracovní rozsah)

#### Nevýhody:

- Nízké zužitkování paliva (nespálené zbytky ve spalinách)
- Zvýšené hodnoty  $\text{NO}_x$  (oxidů dusíku)
- Energetické ztráty vlivem ředění studeným vzduchem
- Nízká účinnost (vysoké tepelné ztráty)

#### Výhody:

- + Spolehlivý provoz
- + Palivo je zcela spalováno (téměř žádné saze)

#### CO (oxid uhelnatý):

Množství  $\text{O}_2$  se zvyšuje s přebytkem vzduchu, protože dodávaný kyslík se již nespoteblovává během oxidace vlivem nedostatku CO. Zvyšující se množství (ředicí efekt) znamená, že se komínová ztráta zvyšuje.

Velikost částic paliva: čím menší jsou částice paliva, tím intenzivnější je jejich kontakt s kyslíkem a tím méně vzduchu je potřeba.

#### $\text{CO}_2$ (oxid uhličité):

$\text{CO}_2$  se znovu snižuje s  $\lambda=1$ , nikoli však chemickou reakcí, ale jako ředicí efekt kvůli rostoucímu množství nasávaného vzduchu, který sám o sobě nepřivádí prakticky žádný  $\text{CO}_2$ .

### Nedostatek vzduchu

#### Nevýhody:

- Palivo není zcela spalováno
- Výskyt nežádoucích / jedovatých látek (např. saze nebo CO)
- Snižování využití energie
- Nespolehlivý provoz, který může vést k výpadkům

#### CO (oxid uhelnatý):

CO je přítomen → neexistuje dostatečné množství vzduchu pro plnou oxidaci CO na  $\text{CO}_2$ .

#### $\text{O}_2$ (kyslík):

V tomto rozsahu se vyskytuje málo kyslíku nebo není měřitelný, jelikož všechen dodávaný kyslík je okamžitě využit pro oxidaci CO.

#### $\text{CO}_2$ (oxid uhličité):

Když se koncentrace  $\text{O}_2$  zvýší, redukuje se CO oxidací na  $\text{CO}_2$ .  $\text{CO}_2$  se zvýší ve stejné míře. Tento proces je dokončen při (nebo něco málo přes)  $\lambda=1$ , koncentrace CO dosahuje nuly a koncentrace  $\text{CO}_2$  svého maxima.

### Emise sazí ve spalinách (topný olej)

Saze (uhlík) se tvoří při nedokonalém spalování topného oleje. Příčiny:

- Nedostatek vzduchu během spalování vlivem zablokovaného či uzavřeného přívodu vzduchu
- Příliš velký kotel nebo hořák, kotel s velmi nízkým obsahem vody (časté zapínání a vypínání)
- Přebytek paliva, příliš velká propustnost paliva vzhledem k velikosti kotle
- Špatné atomizační charakteristiky / nesprávný úhel rozprašovací trysky (zvláště u starších hořáků bez předehřívání paliva)

- Delší doba chodu hořáku, zvýšení teploty spalin
- Selhání zapalování vlivem znečištěných olejových filtrů, viskóznějších součástí v oleji (stárnutí), kolísavých vlastností topného oleje
- Vyšší účinnost: teplota spalin co nejnižší (1 mm vrstva sazí zvýší teplotu spalin o cca 50 °C
- zvýšené energetické nároky o cca 2,5...3 %.

## Popis použití: **hořák / kotel**

### Teoretické podklady 2

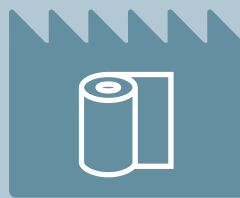
#### Použití spalovacích topných systémů v praxi

##### Otopné systémy ve veřejných budovách



**Kde:** Nemocnice, univerzity, muzea, školy, fotbalové stadiony atd.  
**Využití:** Topení, ventilace, teplá voda  
**Výstup:** cca 10...1 600 KW

##### Horká pára - papírný



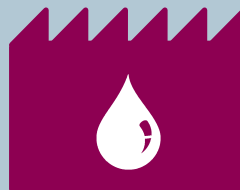
**Kde:** Papírný  
**Využití:** Výroba páry a teplé vody  
**Výstup:** cca 150...6 000 KW

##### Skleníkový systém vytápění



**Kde:** Skleníky  
**Využití:** Záložní systém pro kogenerační jednotky  
**Výstup:** cca 300...1 000 KW

##### Horká pára - zařízení na těžbu ropy



**Kde:** Těžba ropy  
**Využití:** Výroba páry a teplé vody  
**Výstup:** cca 500...7 500 KW

#### Rozdíly mezi měřeními s vyhříváními a nevyhříváními hadicemi a sondami

##### Měření s vyhříváními hadicemi a sondami

	Výhody	Nevýhody
<b>Odběr. sonda</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Méně znečištění a usazování prachových částic</li> <li>+ Snížení teplotních gradientů a kondenzace spalin tam, kde jsou velké rozdíly mezi teplotou spalin a teplotou okolí</li> <li>+ Žádné saze v trubici sondy díky kondenzátu, protože vyhřívací teplota je nad rosným bodem spalin</li> <li>+ Nízké účinky koroze</li> <li>+ Vhodnější pro dlouhodobá měření od &gt;1 dne do několika měsíců</li> <li>+ Vyšší přesnost měření pro dlouhodobá měření NO<sub>2</sub> a SO<sub>2</sub></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nutné (el.) napájení</li> <li>- Velikost a hmotnost sondy dělají její obsluhu složitější</li> <li>- Měření teploty spalin je ovlivněno teplotou vyhřívání sondy</li> </ul>
<b>Přívodní hadice</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Méně znečištění a usazování prachových částic</li> <li>+ Vhodnější pro dlouhodobá měření</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nutné (el.) napájení</li> <li>- Větší hmotnost hadic dělá obsluhu složitější</li> </ul>

##### Měření s nevyhříváními hadicemi a sondami

	Výhody	Nevýhody
<b>Odběr. sonda</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Rychlá a pohodlná krátkodobá měření</li> <li>+ Není nutné (el.) napájení</li> <li>+ Přesné měření teploty spalin, teplota sondy nemá na měření vliv</li> <li>+ Snadná obsluha díky velikosti a hmotnosti</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Větší kontaminace během dlouhodobého měření a častého používání</li> <li>- Větší kondenzační účinky, kondenzát se tvoří v oblasti sondy mimo měřicí aperturu</li> <li>- Větší absorpční účinky u SO<sub>2</sub> a NO<sub>2</sub> během dlouhodobého měření, není-li sonda pravidelně čistěna</li> </ul>
<b>Přívodní hadice</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Krátkodobá měření lze provést rychle a spolehlivě</li> <li>+ Není nutné (el.) napájení</li> <li>+ Snadná obsluha během měření a při přepravě</li> <li>+ Snadné prodloužení délky hadice</li> <li>+ Rychlá odezva parametrů měření plynu díky malému mrtvému objemu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Větší nánosy nečistot v přívodní hadici, zvláště během dlouhodobého měření a častého používání</li> <li>- Větší absorpční účinky na SO<sub>2</sub> a NO<sub>2</sub>, je-li hadice kontaminována během dlouhodobého měření</li> </ul>