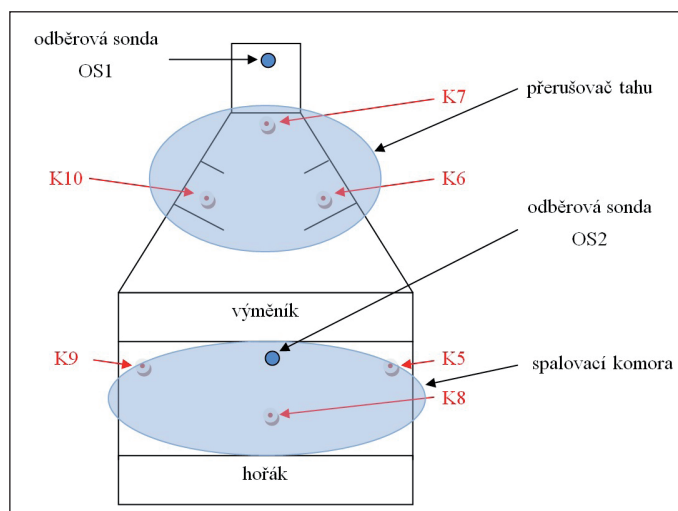
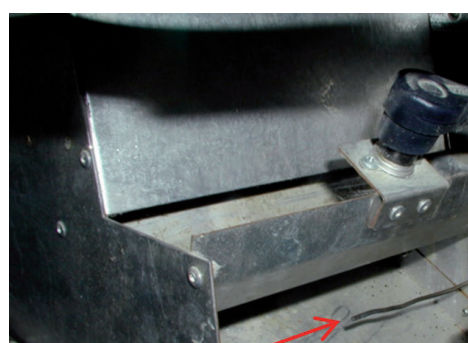
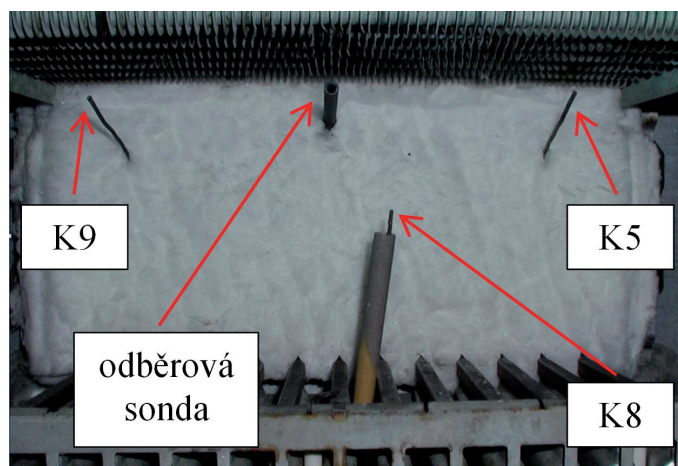




Obr. 2 Schéma umístění a označení termočlánků

Fig. 2 Scheme of the positioning and identification of the thermocouples



Obr. 3 Detail umístění termočlánků a odběrové sondy ve spalovací komoře a v přerušovači tahu

Fig. 3 Detail of the thermocouple and sampling probe location in the combustion chamber and in the draft breaker

Při prvotním nastavení byl výkon kotle 22 kW a koncentrace CO cca 1 000 mg/m³ (při 3 % O₂), proto byl snížen tlak plynu na tryskách, tím bylo sníženo množství přiváděného plynu a tedy i výkon kotle (cca 20,3 kW) tak, aby bylo dosaženo minimální koncentrace CO (cca 140 mg/m³ při 3 % O₂). Výrobní štítek zkoušeného kotle je uveden na obr. 1.

Spalinová cesta

Spalinová cesta byla tvořena samostatným kouřovodem z chrom-niklové oceli a samostatným systémovým komínem HELUZ IZOSTAT DUO. Technické parametry kouřovodu jsou uvedeny v tab. 1, technické parametry systémového komína v tab. 2. Zatřídění spalinové cesty je podle ČSN EN 1443: T200 N1 W 1 O50. Schéma spalinové cesty spolu s rozměry a pohledem na sestavu kotel + systémový komín je znázorněno na obr. 4.

Tab. 1 Technické parametry kouřovodu

Tab. 1 Technical parameters of the flue gas ducting

Materiál	chromniklová ocel tl. 1 mm
Vnitřní světlost kouřovodu	DN 130/140 mm
Počet úhybů	1x koleno 90°
Svislá výška (účinná výška kouřovodu)	510 mm

Tab. 2 Technické parametry systémového komína

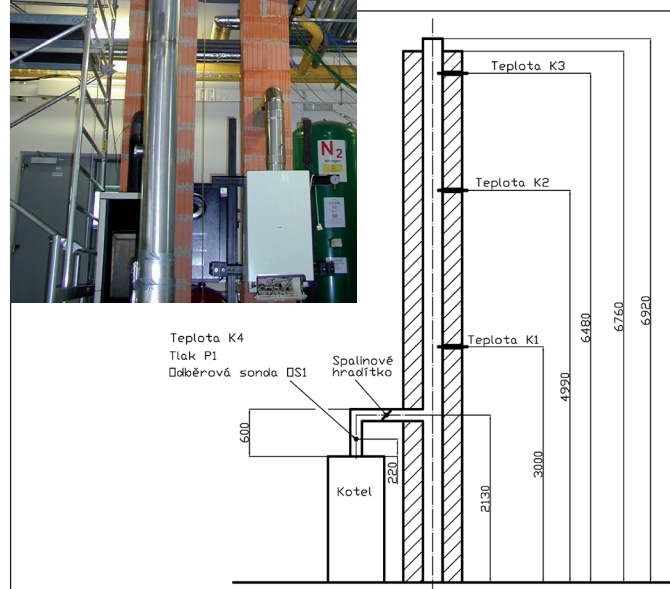
Tab. 2 Technical parameters of the system chimney

Materiál	systémový komín HELUZ IZOSTAT DUO (tenkostěnné izostatické komínové vložky + vzduchová mezera + komínový plášť z cihlových komínových tvarovek Heluz DUO)
Vnitřní světlost komínových vložek	DN 140
Celková stavební výška	6 920 mm
Účinná výška	4 790 mm
Neúčinná výška	2 130 mm



Obr. 4 Schéma spalinové cesty, pohled na sestavu kotel + systémový komín

Fig. 4 Flue gas path diagram, view of the arrangement boiler + system chimney



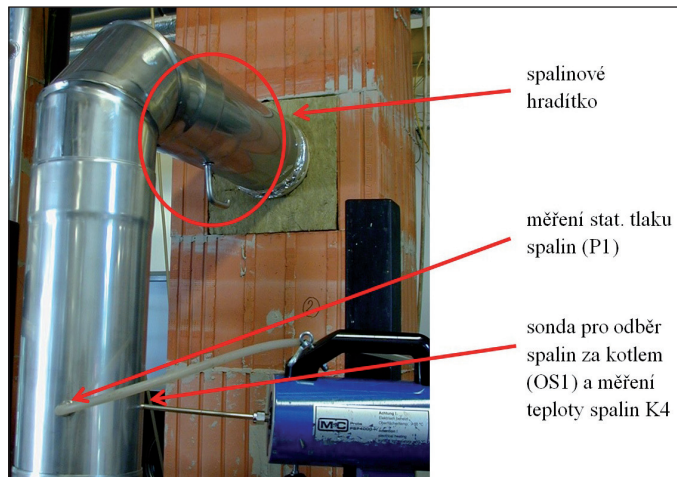
Ověření vlivu ucpávání spalinové cesty a nedostatečného přívodu spalovacího vzduchu na kvalitu spalování a bezpečnost spotřebiče

Cílem tohoto ověření byla simulace 1) neudržované spalinové cesty, její ucpání cizím předmětem apod., 2) špatných tahových poměrů (nedostatečný přívod spalovacího vzduchu) – těsná okna, extrémní horko,

zapnutý odsavač par, schodiště, provozovaný zdroj na tuhá paliva (krb, kamna, sporák) apod. Pro účely zjištění kvality spalování zemního plynu byla nad hořák umístěna odběrová sonda pro stanovení složení spalin (OS2). Druhá odběrová sonda (OS1) byla umístěna za kotlem ve stejném místě jako termočlánek K4 (obr. 5). Na tomto místě byl také měřen statický tlak spalin – P1. Před vstupem do systémového komína bylo umístěno spalínové hradítko, kterým bylo simulováno ucpávání spalínové cesty. Kontrola úniku spalin do zkušební místnosti byla prováděna pomocí přenosného detektoru CO typ GDCO (J.T.O.System, s.r.o.) a hlásiče úniku spalin Wöhler GmbH typ R 92. Oba přístroje byly umístěny v oblasti přerušovače tahu. Únik spalin byl dále hodnocen podle údajů na termočláncích umístěných v přerušovači tahu.

Celkem bylo proměřeno 6 režimů:

- ❑ **Režim 1** – standardní stav, spalínové hradítko otevřeno na maximum. Při tomto režimu byly proměřeny základní parametry kotle při běžném provozním stavu. Nebyl zjištěn únik spalin mimo kotel přes přerušovač tahu nebo jinou cestou. Spalínové hradítko bylo otevřeno na maximum. Koncentrace CO ve spalinách za kotlem byla $143 \text{ mg/m}^3_{\text{N}}$ (při $O_{2\text{ref}} = 3 \%$). Koncentrace O_2 nad hořákem byla 2,9 %.
- ❑ **Režim 2** – spalínové hradítko uzavřeno na 25 %. Nebyl zjištěn únik spalin mimo kotel přes přerušovač tahu nebo jinou cestou. Koncentrace CO ve spalinách za kotlem byla $156 \text{ mg/m}^3_{\text{N}}$ (při $O_{2\text{ref}} = 3 \%$). Koncentrace O_2 nad hořákem byla 2,8 %.
- ❑ **Režim 3** – spalínové hradítko uzavřeno na 50 %. Byl zjištěn únik spalin mimo kotel přes přerušovač tahu nebo jinou cestou – toto lze konstatovat, protože došlo ke zvýšení teploty na termočlánci K6 z cca 66 °C na cca 88 °C. Detektor úniku CO však nereagoval – koncentrace CO u detektoru byla nižší než 30 ppm. Koncentrace CO ve spalinách za kotlem byla $213 \text{ mg/m}^3_{\text{N}}$ (při $O_{2\text{ref}} = 3 \%$). Koncentrace O_2 nad hořákem byla 2,4 %.
- ❑ **Režim 4** – spalínové hradítko uzavřeno na 75 %. Byl zjištěn únik spalin mimo kotel přes přerušovač tahu nebo jinou cestou – reagoval ruční přístroj pro měření koncentrace CO a došlo ke zvýšení teplot K6 a K10 na cca 110 °C. Koncentrace CO ve spalinách za kotlem byla $360 \text{ mg/m}^3_{\text{N}}$ (při $O_{2\text{ref}} = 3 \%$). Koncentrace O_2 nad hořákem byla 2,0 %.
- ❑ **Režim 5** – spalínové hradítko otevřeno na maximum. Nebyl zjištěn únik spalin mimo kotel přes přerušovač tahu nebo jinou cestou. Koncentrace CO ve spalinách za kotlem byla $146 \text{ mg/m}^3_{\text{N}}$ (při $O_{2\text{ref}} = 3 \%$). Jednalo se o opakování režimu 1 – koncentrace CO byla podobná jako u režimu 1. Koncentrace O_2 nad hořákem byla 2,9 %.



Obr. 5 Umístění spalínového hradítka
Fig. 5 Location of the flue gas damper

- ❑ **Režim 6** – spalínové hradítko uzavřeno na 100 %. Byl zjištěn únik spalin mimo kotel přes přerušovač tahu nebo jinou cestou – reagoval přenosný přístroj pro měření koncentrace CO (koncentrace byla vyšší než 30 ppm) a došlo ke zvýšení teplot K6 a K10 na cca 120 °C. Koncentrace CO ve spalinách za kotlem byla $511 \text{ mg/m}^3_{\text{N}}$ (při $O_{2\text{ref}} = 3 \%$). Koncentrace O_2 nad hořákem byla 1,7 %.

Ověření vlivu ucpávání výměníku a trysek hořáku na kvalitu spalování a bezpečnost spotřebiče (simulace neudržovaného spotřebiče)

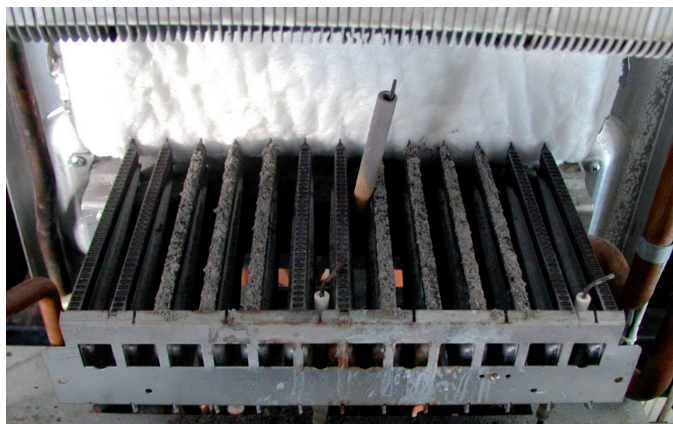
Při zkouškách byl kotel ve stejné konfiguraci, jak bylo popsáno v předchozím textu. Ucpávání výměníku bylo prováděno plechovými proužky pokládány na horní stranu výměníku (1 proužek = 20 % plochy výměníku, rozměr proužku $60 \times 190 \text{ mm}$ – š $\times$ h) – viz obr. 6. Ucpání trysek bylo simulováno popelem (z krbových kamen po spalování dřeva) nasýpaným a následně vmáčknutým do trysek hořáku.

Celkem bylo proměřeno 5 režimů (režim 7 až 11):

- ❑ **Režim 7** – výměník zakryt (40 %). Po ukončení režimu 6 byl v kotli zakryt výměník dvěma plechovými proužky tak, aby bylo zakryto 40 % plochy výměníku. Spalínové hradítko bylo otevřeno na maximum. Plechy byly umístěny na kraje výměníku (vlevo a vpravo). Nebyl zjištěn únik spalin mimo kotel přes přerušovač tahu nebo jinou cestou. Koncentrace CO ve spalinách za kotlem byla $856 \text{ mg/m}^3_{\text{N}}$ (při $O_{2\text{ref}} = 3 \%$). Koncentrace O_2 nad hořákem byla 1,3 %.
- ❑ **Režim 8** – výměník zakryt (60 %). Výměník v kotli byl zakryt třemi plechovými proužky. Zakryto bylo 60 % plochy výměníku. Plechy byly umístěny na výměník tak, aby byl zakryt rovnoměrně a mezi jednotlivými plechy zůstala mezera pro průchod spalin. Nebyl zjištěn únik spalin mimo kotel přes přerušovač tahu nebo jinou cestou. Koncentrace CO ve spalinách za kotlem byla $8\,827 \text{ mg/m}^3_{\text{N}}$ (při $O_{2\text{ref}} = 3 \%$). Koncentrace O_2 nad hořákem byla 0 %.



Obr. 6 Ucpávání výměníku kotle (zakrytí 60 %)
Fig. 6 Clogging of the boiler heat exchanger (60% coverage)



Obr. 7 Ucpání trysek hořáku
Fig. 7 Clogged burner nozzles

❑ **Režim 9** – výměník zakryt (80 %).

Výměník v kotli byl zakryt čtyřmi plechovými proužky. Zakryto bylo 80 % plochy výměníku. Dva plechy byly umístěny na levou a pravou stranu a ostatní dva byly umístěny se záměrem, aby všechny tři mezery byly stejné. Byl zjištěn únik spalin mimo kotel přes průřezováč tahu nebo jinou cestou – reagoval přenosný přístroj pro měření koncentrace CO (koncentrace byla vyšší než 30 ppm) a došlo ke zvýšení teplot K6 a K10 na cca 80 °C. Koncentrace CO ve spalinách za kotlem byla 42 020 mg/m³_N (při O_{2ref} = 3 %). Koncentrace O₂ nad hořákem byla 0 %.

❑ **Režim 10** – simulace ucpání trysek hořáku.

Na trysky hořáku byl nasypán popel (z krbových kamen po spalování dřeva) tak, aby bylo simulováno ucpání cca 54 % plochy trysek hořáku (ucpáno 7 trysek z 13) – viz obr. 7. Prášek byl vtlačěn do trysek. Spalinové hradítko bylo otevřeno na maximum a výměník kotle nebyl ničím blokován. Kotel byl standardně zapálen a provozován. Po vypnutí kotle bylo zjištěno, že prášek byl z trysek vyfouknut. K ucpání trysek jiným způsobem nebylo z bezpečnostních důvodů přistoupeno.

Tab. 3 Naměřené a vypočtené hodnoty vybraných veličin pro jednotlivé režimy – ucpávání spalinové cesty

Tab. 3 Measured and calculated values of selected variables for individual modes – clogging of the flue gas path

Číslo režimu			1	2	3	4	6
Uzavření spalinového hradítka		%	0	25	50	75	100
Zakrytí výměníku		%	0	0	0	0	0
Měřený výkon kotle		kW	20,3	20,3	20,3	20,3	20,2
Statický tlak spalin za kotlem (tlak P1)		Pa	-5,0	-4,1	-0,8	1,4	1,5
Koncentrace O ₂ v suchých spalinách (za kotlem)		% _{obj.}	13,6	13,5	9,8	3,9	3,5
Přebytek vzduchu (za kotlem)		-	2,84	2,81	1,88	1,23	1,20
Koncentrace plynných emisí v suchých spalinách při referenčním kyslíku 3 % (za kotlem)	CO	mg/m ³ _N	143	156	213	360	511
	NO _x	mg/m ³ _N	466	482	518	550	570
	TOC	mg/m ³ _N	10	9	5	2	2
	CO ₂	g/m ³ _N	200	200	199	200	200
Teplota K1 (teplota v komíně, 0,87 m nad sopouchem)		°C	74	76	85	67	58
Teplota K2 (teplota v komíně, 2,86 m nad sopouchem)		°C	64	65	68	53	51
Teplota K3 (teplota v komíně, 4,35 m nad sopouchem)		°C	64	64	68	53	51
Teplota K4 (teplota v komíně, 0,22 m za kotlem)		°C	93	95	113	122	111
Teplota K5 (teplota nad hořákem)		°C	963	964	969	972	976
Teplota K6 (teplota v průřezovací tahu)		°C	63	67	86	109	121
Teplota K7 (teplota v komínovém hrdle kotle)		°C	110	113	119	122	118
Teplota K8 (teplota nad hořákem)		°C	906	907	912	918	924
Teplota K9 (teplota nad hořákem)		°C	980	980	984	988	991
Teplota K10 (teplota v průřezovací tahu)		°C	72	72	75	111	119

Pozn.: Výsledná koncentrace emisí NO_x je přepočtena na NO₂

❑ **Režim 11** – start kotle se zakrytým výměníkem (60 %).

Před zapálením kotle byl výměník zakryt z 60 % plechovými proužky stejně jako při režimu 8. Komín byl vychladlý na teplotu okolí. Po zapálení kotle byl detekován krátký únik spalin mimo kotel – cca 5 sekund. Poté se již únik spalin neprojevoval.

Průběhy vybraných sledovaných parametrů kotle, teplot, tlaku a složení spalin jsou uvedeny na obr. 7 až 10. Výsledné naměřené hodnoty jsou zapsány v tab. 3 a 4.

ZÁVĚR

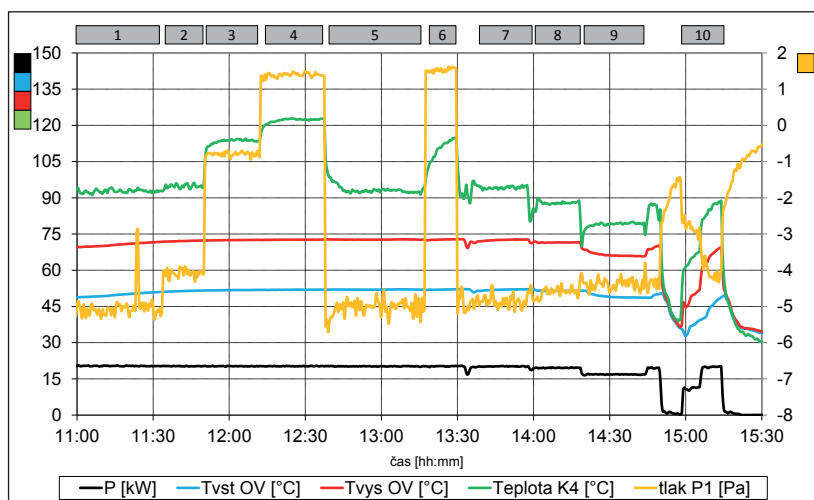
Zemní plyn (metan) je velmi dobrý zdroj „čisté“ energie a dá se dobře a kvalitně spálit v zařízení k tomu určenému. Při správných spalovacích poměrech má plamen modrou barvu a koncentrace CO (produkt a ukazatel nedokonalého spalování) je minimální. Špatné spalování je doprovázeno zvýšenou produkcí CO a změnou barvy plamene z modré na žlutou. Toto je známkou nedostatečného přívodu spalovacího vzduchu, což může být způsobeno jak špatnou funkcí ply-

Tab. 4 Naměřené a vypočtené hodnoty vybraných veličin pro jednotlivé režimy – ucpávání výměníku

Tab. 4 Measured and calculated values of selected variables for individual modes – clogging of the heat exchanger

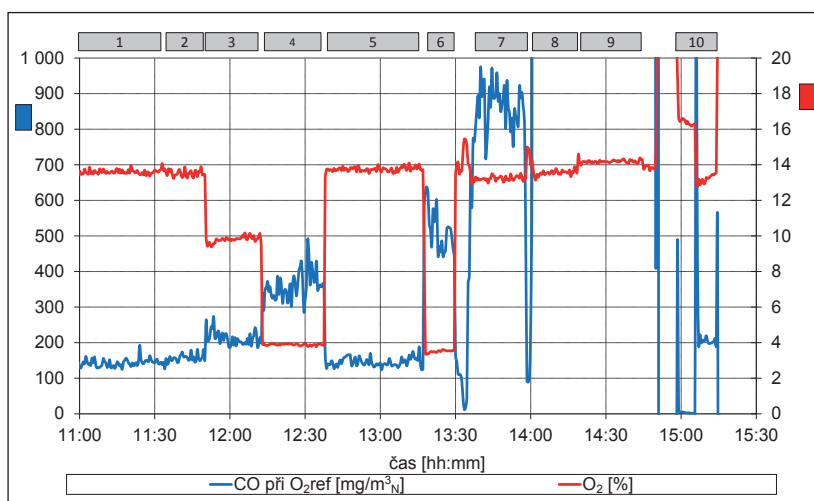
Číslo režimu			7	8	9
Uzavření spalinového hradítka		%	0	0	0
Zakrytí výměníku		%	40	60	80
Měřený výkon kotle		kW	20,2	19,6	16,8
Statický tlak spalin za kotlem (tlak P1)		Pa	-4,9	-4,6	-4,4
Koncentrace O ₂ v suchých spalinách (za kotlem)		% _{obj.}	13,2	13,5	14,2
Přebytek vzduchu (za kotlem)		-	2,70	2,82	3,08
Koncentrace plynných emisí v suchých spalinách při referenčním kyslíku 3 % (za kotlem)	CO	mg/m ³ _N	856	8 827	42 020
	NO _x	mg/m ³ _N	629	668	384
	TOC	mg/m ³ _N	9	11	15
	CO ₂	g/m ³ _N	198	189	155
Teplota K1 (teplota v komíně, 0,87 m nad sopouchem)		°C	74	71	66
Teplota K2 (teplota v komíně, 2,86 m nad sopouchem)		°C	65	63	59
Teplota K3 (teplota v komíně, 4,35 m nad sopouchem)		°C	65	63	59
Teplota K4 (teplota v komíně, 0,22 m za kotlem)		°C	94	88	79
Teplota K5 (teplota nad hořákem)		°C	974	982	938
Teplota K6 (teplota v průřezovací tahu)		°C	65	68	75
Teplota K7 (teplota v komínovém hrdle kotle)		°C	115	104	88
Teplota K8 (teplota nad hořákem)		°C	931	937	920
Teplota K9 (teplota nad hořákem)		°C	989	996	967
Teplota K10 (teplota v průřezovací tahu)		°C	73	76	81

Pozn.: Výsledná koncentrace emisí NO_x je přepočtena na NO₂



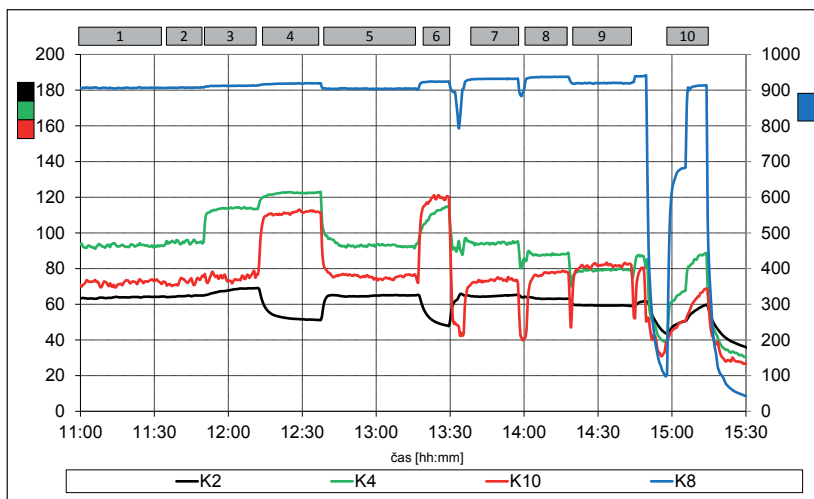
Obr. 8 Průběh teploty spalin za kotlem, teploty vstupní a výstupní otopné vody a tahu za kotlem pro zvolené režimy provozu 1 až 10

Fig. 8 Course of the combustion gases temperature after the boiler, input and output water temperature and draught behind the boiler for the selected operating modes 1-10



Obr. 9 Průběh koncentrace CO (při $O_{2ref} = 3\%$) a kyslíku za kotlem pro zvolené režimy provozu 1 až 10

Fig. 9 Course of the concentration of the CO (at $O_{2ref} = 3\%$) and oxygen after the boiler for the selected operating modes 1-10



Obr. 10 Průběhy teplot pro zvolené režimy provozu 1 až 10

Fig. 10 Courses of the temperature for the selected operating modes 1-10

nového kotle a komínu, tak také stavebními úpravami (výměna oken).

Při standardním provozu byla koncentrace CO za kotlem cca 140 mg/m^3 (při $O_{2ref} = 3\%$). Při postupném uzavírání spalínového hradítka došlo k nárůstu koncentrace CO na 156 mg/m^3 (25% uzavření), 213 mg/m^3 (50% uzavření), 360 mg/m^3 (75% uzavření) a 511 mg/m^3 (100% uzavření) – tato poslední hodnota je pouze orientační, protože spaliny v komíně neproudily, ale při porovnání hodnoty CO ve spalovací komoře se jeví tato hodnota jako důvěryhodná. K úniku spalin mimo kotel začalo docházet při 50% uzavření spalínového hradítka. Do uzavření spalínového hradítka na 50 % byl provoz plynového kotle (při P_{jm}) bezpečný a komín zabezpečoval dostatečný tah pro odvod všech spalin od plynového spotřebiče typu „B“.

Následným simulovaným provozním stavem bylo ověření vlivu zanesení tepelného výměníku v kotli. Při postupném zakrytí výměníku došlo k nárůstu koncentrace CO na 856 mg/m^3 (40 % výměníku zakryto), $8\,827 \text{ mg/m}^3$ (60 % výměníku zakryto) a $42\,020 \text{ mg/m}^3$ (80% uzavření). Při zakrývání výměníku došlo k úniku spalin mimo kotel při 80% zakrytí. Zakrývání výměníku kotle se výrazně projevilo na zhoršení kvality spalování, a tedy na zvýšené produkci CO, ale ještě při 60% zakrytí dokázal komín bezpečně odvést spaliny se zvýšeným obsahem CO.

Vliv zakrývání výměníku na zhoršenou kvalitu spalování (nárůst koncentrace CO) byl podstatně větší než vliv ucpávání komína.

Při startu kotle se studeným komínem a zakrytím výměníku na 60 % byl pozorován krátký únik spalin mimo kotel (cca 5sekundový – ihned po zapálení hořáku). Poté již komín pracoval normálně a k úniku spalin mimo kotel nedocházelo.

Komín byl při zkouškách umístěn v hale zkušební (cca 25°C). Z toho vyplývá, že chování systému kotel – spalínová cesta bylo zkoušeno při podmínkách podobných letnímu provozu (ztížené podmínky, zejména pro ohřev teplé vody). V zimním období jsou podmínky pro odvod spalin příznivější – větší komínový tah.

VLIV UCPÁVÁNÍ TEPELNÉHO VÝMĚNÍKU KOTLE A UCPÁVÁNÍ SPALINOVÉ CESTY NA BEZPEČNÝ ODVOD SPALIN

Ucpávání komína

Při postupném ucpávání spalínové cesty komína docházelo ke zvyšování koncentrace CO ve spalinách. Při snížení komínového tahu pod kritickou mez (uzavření spalínového hradítka na více než 50 %) došlo k úniku spalin přerušovačem tahu do prostoru zkušební. Ucpávání komína má vliv na zvýšenou tvorbu CO a na bezpečný odvod spalin do volného ovzduší. Ucpávání spalínové cesty komína mimo jiné simulovalo vliv nedostatečného přívodu spalovacího vzduchu k plynovému kotli, např. vliv výměny oken.

Ucpávání tepelného výměníku

Při postupném zakrývání tepelného výměníku docházelo ke zvýšení koncentrace CO ve spalínách nad hořákem. Při zakrytí výměníku na 60 % byly spaliny odváděny spalínovou cestou do venkovního ovzduší. Při zakrytí 80 % plochy výměníku došlo k úniku spalín přerušovačem tahu do prostor zkušebny. Ucpávání tepelného výměníku má výrazný vliv na tvorbu CO. Při 80% zakrytí plochy výměníku byla koncentrace CO ($42\,020\text{ mg/m}^3$) vyšší cca 294x než při standardním provozu. Ucpání více než 60 % plochy tepelného výměníku má vliv na bezpečný odvod spalín do volného ovzduší.

Ověřením funkce systému kotel – spalínová cesta bylo zjištěno:

- ❑ Vlivem zhoršených tahových podmínek (ucpaný tepelný výměník nebo ucpaná, případně nesprávně provedená spalínová cesta, špatné tahové poměry – těsná okna, extrémní horko, vliv zapnutého odsavače par, schodiště, provozovaný zdroj na tuhá paliva) došlo ke snížení množství spalovacího vzduchu a tedy ke zvýšené tvorbě CO ve spalínách. Větší vliv byl sledován při ucpávání výměníku než spalínové cesty.
- ❑ K úniku spalín přerušovačem tahu mimo prostor kotel/spalínová cesta, při funkční spalínové cestě došlo při ucpání 80 % tepelného výměníku.
- ❑ K úniku spalín přerušovačem tahu mimo prostor kotel/spalínová cesta, při čistém tepelném výměníku došlo při 50 % uzavření spalínového hradítka ve spalínové cestě.

Z vypočtených a naměřených hodnot vyplývá, že provádění pravidelné údržby a čištění spalínových cest a spotřebičů na zemní plyn má přímý vliv na zvýšenou tvorbu CO ve spalínách a na dostatečný a bezpečný od-

vod spalín do volného ovzduší. Funkční spalínová cesta spolehlivě zajistila odvod spalín do volného ovzduší při zanesení tepelného výměníku do 60 % jeho plochy. Při snižování komínového tahu, ale čistém tepelném výměníku docházelo ke zvýšené tvorbě CO ve spalínách. Při snižování komínového tahu pod kritickou mez (uzavření spalínového hradítka na 50 % plochy) došlo k úniku spalín do obytných prostor.

Bohužel žádné preventivní opatření včetně požadavku na pravidelnou kontrolu a údržbu spalovacího zařízení a spalínové cesty není stoprocentní a nepostihuje čas mezi kontrolami, kdy může dojít k nenadálé situaci. Tyto případy by bylo možné částečně eliminovat instalací detektorů oxidu uhelnatého (CO).

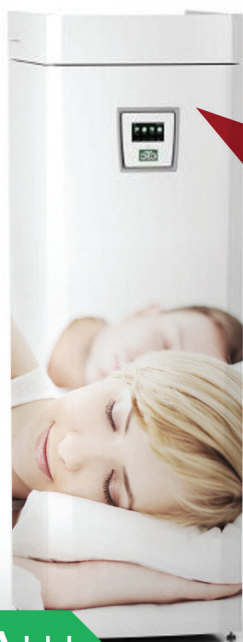
Kontakt na autora: SMOKEMAN@vsb.cz

Poděkování: Tento článek vznikl v rámci řešení projektů „INEF“ (VaVpl), „INEF-G“ (NPU).

Použité zdroje:

- [1] Český statistický úřad, Sčítání lidu, domů a bytů 2011, definitivní výsledky. Tab. 119 Obydlené byty podle způsobu vytápění, 2011. Dostupné z: <http://vdb.czso.cz/sldbvo/block/resource/LTE2MDKxMTY5NzY=/OTCR119.xml> [citováno 2015-06-04]
- [2] KOVAL, T. Nebezpečné plyny a zplodiny hoření vznikající v budovách pro bydlení a ubytování, In: *Seminář pro zařízení poskytující sociální služby v Moravskoslezském kraji k problematice požární ochrany, úniků plynů a ochrany obyvatelstva*, Ostrava, 17. 4. 2014, Dostupné z: <http://www.cahd.cz/wp-content/uploads/2014/05/No.rar> [citováno 2015-06-04] ■

Regulus



ECOHEAT zemní tepelné čerpadlo

osvědčené konstrukce „kompaktního řešení“
se spoustou inovací a nových technologií.



nyní s *katlíkovou dotací* až 127 500 Kč

VYSOKÝ KOMFORT

- KOMPLETNÍ VYBAVENÍ KOTELNY S MINIMÁLNÍMI NÁROKY NA PROSTOR.
- VELMI TICHÝ PROVOZ ŘADÍ ECOHEAT K NEJTÍŠŠÍM NA CELOSVĚTOVÉM TRHU.
- HYGIENICKÁ PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY PRŮTOKOVĚ V MĚDĚNÉM VÝMĚNÍKU.
- JEDNODUCHÉ INTUITIVNÍ OVLÁDÁNÍ V ČESKÉM JAZYCE POMOCÍ DOTYKOVÉ OBRAZOVKY.
- REGULACE UMOŽŇUJE ŘÍDIT DVA NEZÁVISLÉ SMĚŠOVANÉ OKRUHY.

ŠPIČKOVÉ PARAMETRY

- ENERGETICKÁ TŘÍDA A+++.
- VYSOKÁ ÚČINNOST VYTÁPĚNÍ I OHŘEVU VODY S TOPNÝM FAKTOREM AŽ 5,55.
- VÝSTUPNÍ TEPLOTA OTOPNÉ VODY Z TEPELNÉHO ČERPADLA AŽ 65°C.
- PARAMETRY POTVRZENY CERTIFIKÁTEM KVALITY.



A+++