

# **AUTOMATICKÝ KOTEL SE ZÁSOBNÍKEM NA SPALOVÁNÍ BIOMASY O VÝKONU 100 kW**

**Rok vzniku:** 2010

**Umístěno na:** ATOMA – tepelná technika, Sladkovského 8, 612 00 Brno

## **Popis**

Prototyp automatického kotle o výkonu 100 kW se zásobníky paliva, který umožní ekologické spalování paliva z obnovitelných zdrojů energie, biomasy zvláště dlouhé štěpky a fytomasy. Při návrhu a vlastní výrobě prototypů této výkonové řady automatických kotlů bylo zabezpečeno kromě spolehlivé funkčnosti těchto kotlů také dosažení co nejvyšší účinnosti na co nejnižší produkce emisí. Pro splnění těchto požadavků bylo nutno při řešení tohoto projektu použít regulačních prvků se zpětnými vazbami a mnoho čidel a snímačů pro zajištění potřebných informací pro řídicí modul těchto prototypů automatických kotlů.

### **1.1.1 Konstrukční řešení a výroba prototypu automatického kotle se zásobníkem na spalování biomasy o výkonu 100 kW**

Na základě provedeného stechiometrického a pevnostního výpočtu byl proveden návrh automatického kotle se zásobníkem o výkonu 100 kW, návrh vycházel ze způsobu kombinovaného spalování biomasy koncepce firmy Atoma. Koncepce kotle o výkonu 100 kW vychází z návrhu kotle 80 kW, t.j. v uspořádání toku spalin, provedení chlazeného roštu, dvojité klenby ohniště, usměrňovače a rovněž horizontálního výměníku svařeného z trubek o vnějším průměru 60 mm a tl. stěny 4 mm. Rovněž u tohoto návrhu kotle 100 kW je použit radiální spalinový odtahový ventilátor o výkonu motoru 0,75 kW.

#### ***1.1.1.1 Návrh a výroba prototypu plnění kotle se zásobníkem na biomasu pro výkon 100 kW***

Rozměr i jmenovité světlosti plnicích rour šnekových dopravníků, jako i vlastní šneky dopravníku jsou stejného průměru a vyrobeny stejnou technologií a ze stejného materiálu. Pouze pro pohony šnekových dopravníků jsou u tohoto kotle použity čelní převodovky MTC 33A s elektromotory 0,55 kW.

#### ***1.1.1.2 Návrh a výroba prototypu zásobníku na biomasu pro kotel o výkonu 100 kW***

Návrh a výroba zásobníku paliva – biomasy, dlouhé štěpky a fytomasy s rozrušovačem klenby pro kotel tohoto výkonu 100 kW byl proveden tak, že objem zásobníku byl ponechán na 4 m<sup>3</sup>, což na tento výkon kotle odpovídá době nepřetržitého provozu na jmenovitý výkon kotle 36 hodinám.

Vzhledem ke stejnému druhu paliva a velikosti zásobníku paliva je tento zásobník vybaven převodovkou MRT 100 s výkonem elektromotoru 1,1 kW pro rozrušovač. Z důvodu odstranění případného otáčení celého objemu paliva v zásobníku je tento vybaven tzv. „odlehčovacím kuželem“, který zmírňuje zatížení převodovky rozrušovače klenby.

### ***1.1.1.3 Návrh a výroba prototypu zařízení na vynášení popele z popelníku u kotle o výkonu 100 kW***

Kromě automatického čištění roštu od tuhých zbytků hoření, které je poháněno též hydraulickým pracovním válcem s hydraulickým agregátem o výkonu elektromotoru 1,1 kW se toto automatické vynášení popele skládá z osového šneku o průměru 80 mm, který se otáčí nade dnem popelníku pod roštem a „vyhrabuje“ tak popel do nádoby, která je odnímatelná z důvodu ručního vyprazdňování. Pro větší výkony kotlů je tento popel z nádoby odstraňován pneumaticky odsáváním přes cyklon do sběrné nádoby. Otáčení tohoto šneku je provedeno pomocí převodovky MRT 60 s elektromotorem o výkonu 350 W. Četnost spínání elektromotoru tohoto šneku je programovatelné a je závislé na obsahu popele v palivu.

### ***1.1.1.4 Návrh a výroba prototypu automatického čištění teplosměnných ploch výměníku u kotle o výkonu 100 kW***

Vzhledem k takto zvolené koncepci kotle o výkonu 100 kW bylo navrženo automatické čištění teplosměnných ploch výměníku pomocí otáčejících se „vířníků“ umístěných osově v každé trubce výměníku. Tyto vířníky jsou v podstatě malé šnekové dopravníky, které mají dvojí účinek. První účinek spočívá v tom, že jejich otáčením se zajistí vyhrabávání popílku z trubek přímo do prostoru kde se popílek jímá. Toto čištění trubek výměníku se provádí za provozu kotle a využívá se k odstraňování popílku tah ventilátoru, který tento proces podporuje. Jímací prostor popílku za výměníkem je navržen tak, aby zde docházelo k odstředěním z proudu spalin usazování téměř veškerého popílku a nedocházelo k jeho vynášení přes komín do ovzduší. Druhý účinek těchto vířníků spočívá v tom, že svým tvarem a rozměrem vířníků způsobují rotaci spalin „víření“ a to po vnitřním obvodu trubky výměníku a tím se prodlužuje dráha a doba styku spalin s trubkou výměníku a tím je dosaženo vyššího součinitele přestupu tepla do stěny trubky výměníku a v konečné podobě většího vychlazení spalin a dosažení tak vyšší účinnosti kotle. Vlastního otáčivého pohybu vířníku v trubce výměníku je dosaženo tím, že na každý vířník je přivařena hřídel, která prochází ložiskem v zadní stěně sopouchu, na které je připevněno řetězové kolo, přes které je nasazen článkový válečkový řetěz. Soustava řetězových kol umístěných na hřídelích na jednotlivých vířnících je poháněna šnekovou převodovkou MRT 80 s elektromotorem o výkonu 0,75 kW.



Obrázek č. 1 Řez kotlem 100 kW

#### 1.1.1.5 Technická data kotle 100 kW

Tepelný výkon:	100 kW
Provedení kotle:	Ocelový svařovaný se spodním odhoříváním paliva
Odtah do komína:	Nucený – ventilátorem s proměnnými otáčkami
Regulace výkonu:	Změnou otáček ventilátoru
Rozsah výkonu:	50 % až 100 %
Čištění roštu kotle:	Automatické – hydraulicky
Plnění kotle palivem:	Automatické – šnekovými dopravníky
Objem zásobníku paliva:	4 m <sup>3</sup>
Použité palivo:	Obnovitelné zdroje energie – biomasa, fytomasa, dlouhá štěpka
Účinnost kotle:	Minimálně 90 %
Velikost teplosměnné plochy kotle:	14,563 m <sup>2</sup>
Objem ohniště kotle:	0,550 m <sup>3</sup>
Velikost plochy roštu:	0,495 m <sup>2</sup>
Výška kotle:	2 210 mm
Hloubka kotle:	1 310 mm
Šířka kotle:	900 mm
Průměr zásobníku:	2000 mm
Vnější průměr plnicího šneku:	120 mm
Vnitřní průměr plnicího šneku:	40 mm
Stoupání závitů plnicího šneku:	s = 120 mm
Převodovka plnicího šneku:	Čelní 3 hřídelová s převodovým poměrem i = 80
Otáčky plnicího šneku:	17 ot/min

Příkon elektromotoru plnicího šneku:	0,75 kW, napětí 400 V, 6-ti pólový asynchronní motor
Převodovka rozrušovače klenby:	Šneková převodovka s převodovým poměrem $i = 100$
Otáčky rozrušovače klenby:	9 ot./min
Příkon elektromotoru rozrušovače klenby:	1,1 kW, napětí 400 V, 6-ti pólový asynchronní motor
Objem spalin:	314 m <sup>3</sup> /hod
Příkon odtahového ventilátoru:	0,75 kW
Celkový elektrický maximální příkon:	5,7 kW

### **1.1.2 Výsledky měření emisí realizovaných na vyrobených prototypch automatických kotlů se zásobníky na spalování biomasy o výkonech 100 a 150 kW**

Během vývoje a výroby těchto prototypů kotlů byla provedena celá řada měření od zjišťování funkčnosti jednotlivých příslušenství kotlů, bezpečnostních prvků kotlů, spolehlivosti provozu až po závěrečná měření a to měření emisí těchto kotlů. Vzhledem k nadále se zpřísnujícím limitům emisí, jsou kladeny vyšší nároky na dosažení ekologického spalování v kotli, což má za následek neustále složitější konstrukci ohniště a regulačních prvků kotle.

U kotle výkonu 100 kW není použito šamotové vyzdívky z důvodu zjištění rozdílu mezi kotlem s šamotovou vyzdívkou a kotlem bez šamotové vyzdívky, aby se potvrdil vliv šamotové vyzdívky.

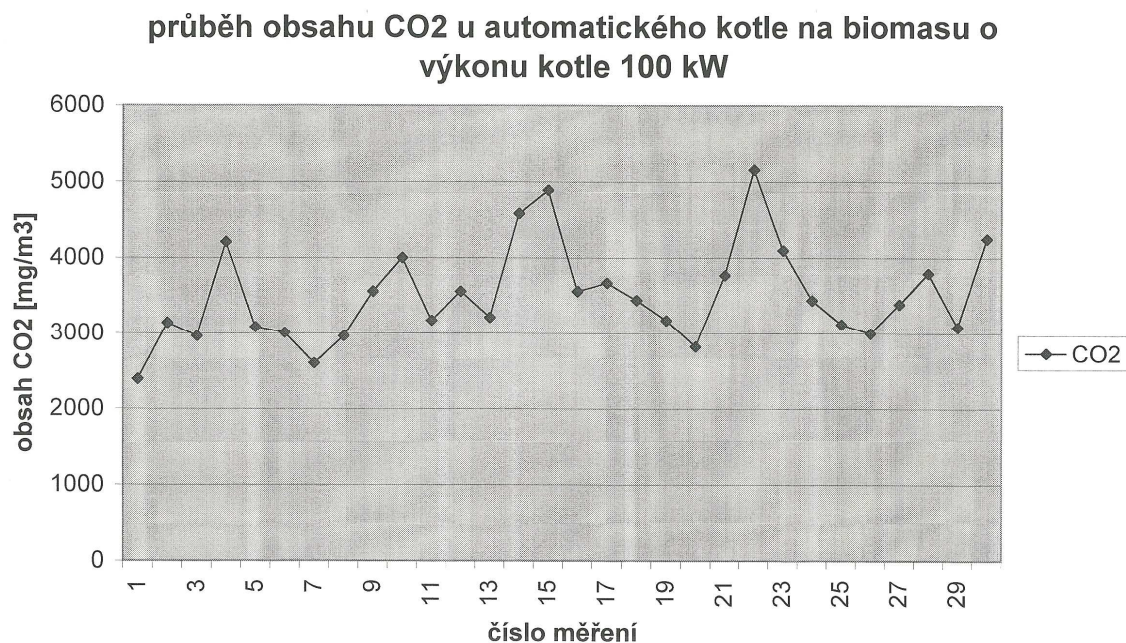
Při měření emisí u kotle 100 kW byly naměřeny vyšší hodnoty emisí CO, ale i tak jsme v souladu s normou EN 303-5, ve které je stanoven limit pro III. třídu kotlů 5000 mg/m<sup>3</sup> CO při přepočtu na 10% O<sub>2</sub>. Cíleným přívodem sekundárního a primárního vzduchu lze dosáhnout emisního limitu dle požadavku Ministerstva životního prostředí pro kotle zapojené do programu „Zelená úsporám“ pod 2200 mg/m<sup>3</sup> CO ve spalinách.

- Příloha tabulka č. 1 – Tabulka naměřených hodnot emisí u kotle 100 kW

Tabulka č. 1

Měření emisí automatického kotle se zásobníkem na spalování biomasy o výkonu kotle 100 kW											
číslo měření	čas měření	NAMĚŘENÉ HODNOTY						PŘEPOČET 10% O <sub>2</sub>	PŘEPOČET 13% O <sub>2</sub>	PŘEPOČET 11% O <sub>2</sub>	
		CO			CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CxHy	CO	CO	CO	
		mg/m <sup>3</sup>	ppm	%	%	%	%	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>4</sup>	
1	9:30	1500	1200	0,12	8,20	14,10	0,000	2391	1739	2174	
2	9:32	1625	1300	0,13	9,10	15,30	0,000	3136	2281	2851	
3	9:34	1750	1400	0,14	8,50	14,50	0,000	2962	2154	2692	
4	9:36	1875	1500	0,15	9,40	16,10	0,000	4209	3061	3827	
5	9:38	1625	1300	0,13	8,97	15,20	0,000	3082	2241	2802	
6	9:40	1750	1400	0,14	8,20	14,60	0,000	3008	2188	2734	
7	9:42	1625	1300	0,13	8,50	14,12	0,000	2598	1890	2362	
8	9:44	1750	1400	0,14	8,15	14,50	0,000	2962	2154	2692	
9	9:46	1875	1500	0,15	9,10	15,20	0,000	3556	2586	3233	
10	9:48	2000	1600	0,16	9,80	15,50	0,000	4000	2909	3636	
11	9:50	1875	1500	0,15	8,80	14,50	0,000	3173	2308	2885	
12	9:52	1875	1500	0,15	9,20	15,20	0,000	3556	2586	3233	
13	9:54	1750	1400	0,14	8,50	15,00	0,000	3208	2333	2917	
14	9:56	2000	1600	0,16	9,80	16,20	0,000	4583	3333	4167	
15	9:58	2000	1600	0,16	10,10	16,50	0,000	4889	3556	4444	
16	10:00	1875	1500	0,15	9,50	15,20	0,000	3556	2586	3233	
17	10:02	2000	1600	0,16	9,20	15,00	0,000	3667	2667	3333	
18	10:04	2125	1700	0,17	10,00	14,20	0,000	3438	2500	3125	
19	10:06	1875	1500	0,15	9,60	14,50	0,000	3173	2308	2885	
20	10:08	2000	1600	0,16	8,90	13,20	0,000	2821	2051	2564	
21	10:10	2125	1700	0,17	9,80	14,80	0,000	3770	2742	3427	
22	10:12	2250	1800	0,18	9,90	16,20	0,000	5156	3750	4688	
23	10:14	2125	1700	0,17	10,00	15,30	0,000	4101	2982	3728	
24	10:16	2000	1600	0,16	9,60	14,60	0,000	3438	2500	3125	
25	10:18	2125	1700	0,17	9,00	13,50	0,000	3117	2267	2833	
26	10:20	2125	1700	0,17	8,90	13,20	0,000	2997	2179	2724	
27	10:22	2000	1600	0,16	9,50	14,50	0,000	3385	2462	3077	
28	10:24	2000	1600	0,16	10,20	15,20	0,000	3793	2759	3448	
29	10:26	1875	1500	0,15	9,20	14,30	0,000	3078	2239	2799	
30	10:28	2125	1700	0,17	10,40	15,50	0,000	4250	3091	3864	

Graf č.1: Graf vývoje obsahu CO<sub>2</sub> u automatického kotle na biomasu o výkonu 100 kW







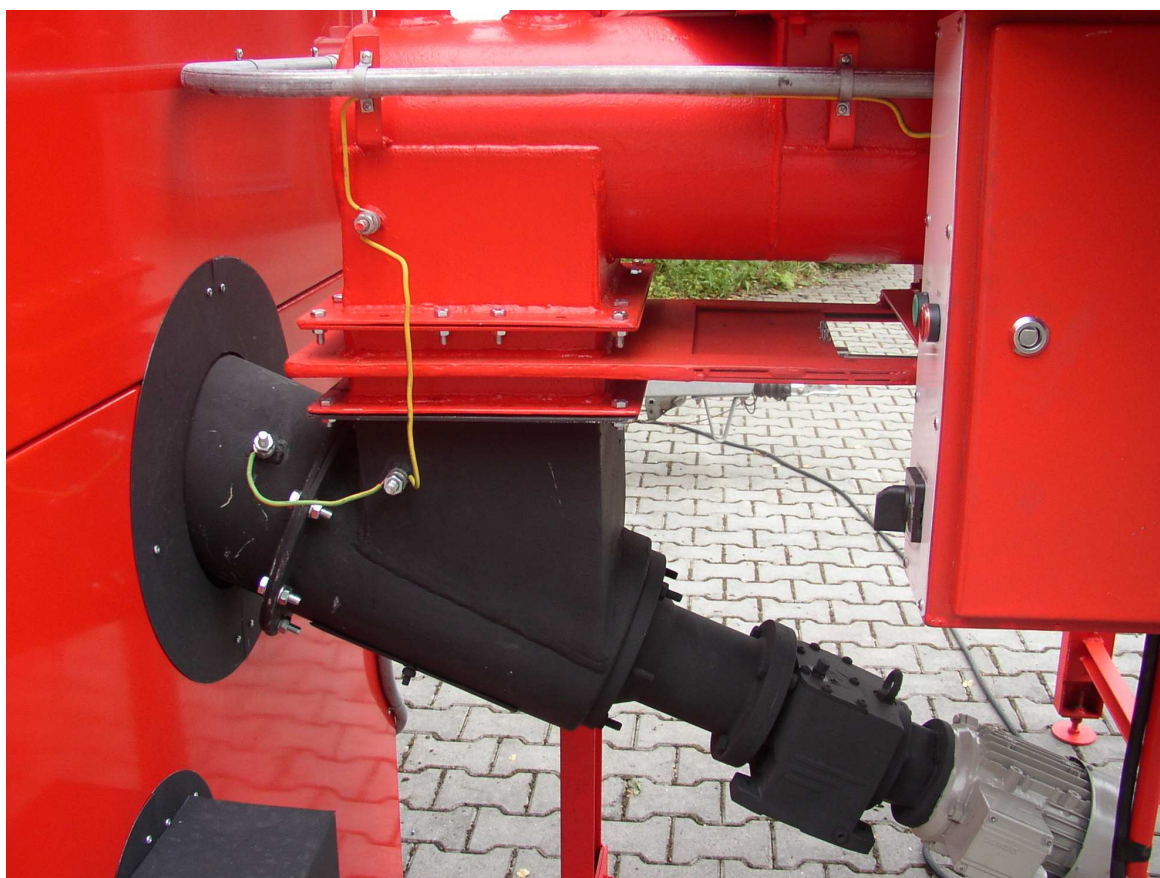
Obrázek č. 2 Čelní pohled na automatický kotel se zásobníkem o výkonu 100 kW pro ekologické spalování biomasy



Obrázek č. 3 Pohled do spalovací komory automatického kotle o výkonu 100 kW



Obrázek č. 4 Automatické vyhrabovací zařízení popele u kotle o výkonu 100 kW



Obrázek č. 5 Pohled na plnicí zařízení kotle o výkonu 100 kW se zabezpečovacím zařízením proti případnému zahoření paliva



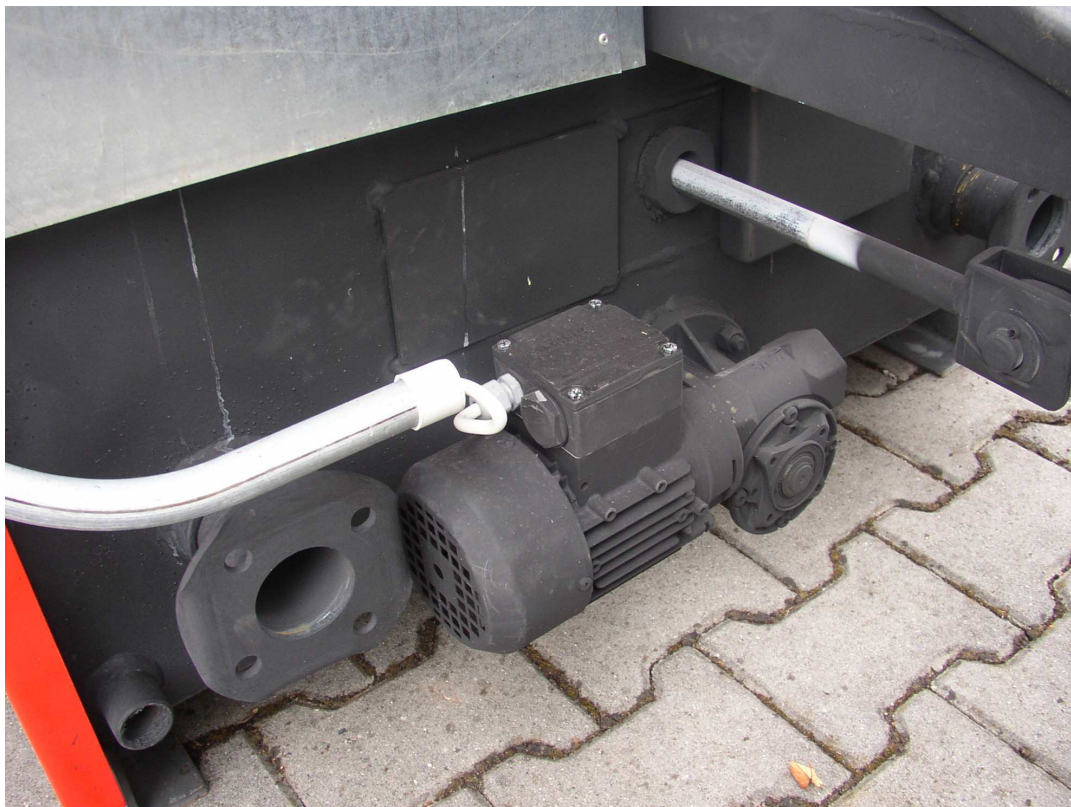


Obrázek č. 6 Převodovka s motorem rozrušovače klenby v zásobníku u kotle o výkonu 100 kW

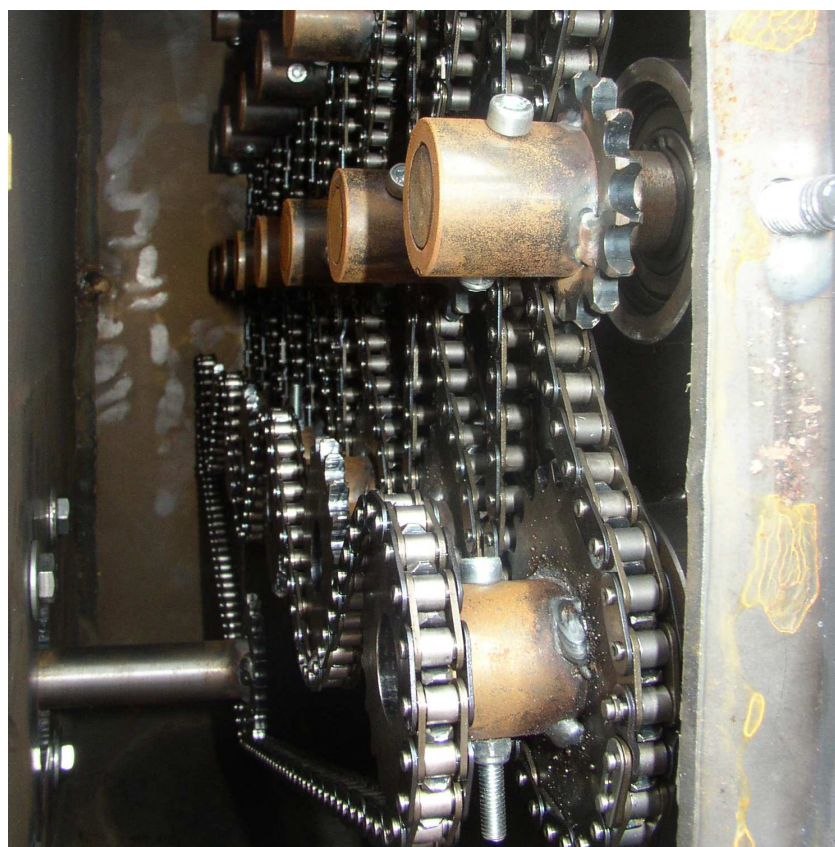


Obrázek č. 7 Hydraulický agregát s pracovním válcem pro automatický pohyb zařízení pro čištění roštu kotle o výkonu 100 kW





Obrázek č. 9 Převodovka s motorem pro pohon zařízení pro vynášení popele z popelníku u kotle o výkonu 100 kW



Obrázek č. 8 Řetězové soustrojí čištění teplosměnných ploch výměňkových trubek kotle o výkonu 100 kW