



Zkušenosti s provozem vícestupňových generátorů v ČR

Siarhei Skoblia, Zdeněk Beňo, Jiří Brynda
Michael Pohořelý a Ivo Pícek

Energie z biomasy XVI, 16. – 18. 9. 2015 Lednice, Česká republika

Úvod

Optimalizace vícestupňového generátoru na biomasu produkujícího plyn s velmi nízkým obsahem dehtu TA04020583

Cíl projektu: optimalizace procesu zplyňování ve vícestupňovém generátoru z pohledu celkové účinnosti technologického celku a čistoty plynu.



Energie z biomasy XVI, 16. – 18. 9. 2015 Lednice, Česká republika

Účinnost výroby elektrické energie

$$\eta = \eta_{pl} * \eta_{kj}$$

Elektrická *účinnost celého kogeneračního systému* (η) je definována násobkem *účinnosti výroby plynného paliva* (η_{pl}) a hodnotou *účinnosti výroby elektrické energie v kogenerační jednotce* (η_{kj})

Zařízení použitá pro výrobu elektrické energie	Účinnost konverze η_{pl} , %	Účinnost výroby, η_{kj} , %	Celková účinnost η , %	Náklady tis Kč./kW _e
1. Spalovací elektrárna s parní turbínou (11 MW _e) (Zelený kotel, 33 MW _t), 2010, Plzeň	-	-	27,6	80
2. Spalovací elektrárna s parní turbínou (35 MW _e) (Spalování čisté biomasy, 105 MW _t), od 2009, Hodonín	-	-	~ 33	-
3. Vícestupňový generátor (0,2 MW _e) GP200 Tarpo spol. s r.o., Kněžves, 2011	min. 85	~ 32 max. 36	~ 27,2* ~ 30,6**	80-90 80-100
4. Vícestupňový generátor GP 750 (1 MW _e) Tarpo, spol. s r.o., AIR TECHNIC s.r.o., od 2014	~ 90	~ 36	~ 32,4	100
5. Zplyňovací generátor – SOFC	~ 90	~ 45-65	~ 40-60	Velmi vysoké

* Spalovací motor: 6S160 ČKD Hořovice (6 válců, 27 dm³)

** Jenbacher 2xJ316 GS (48l, R16)



Energie z biomasy XVI, 16. – 18. 9. 2015 Lednice, Česká republika

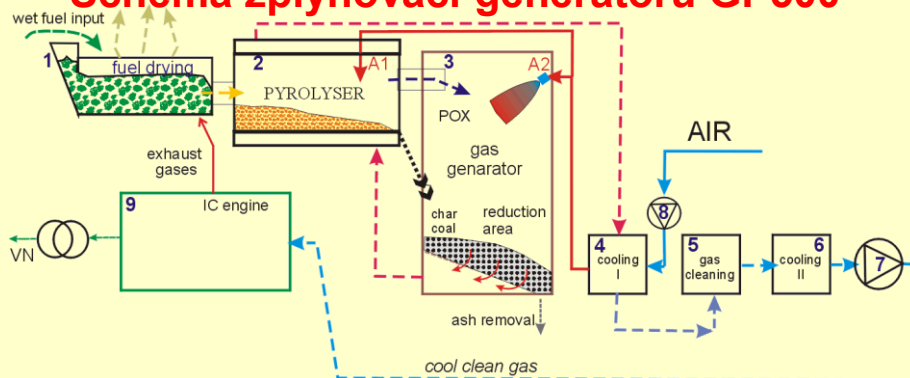
Současné realizace vícestupňového generátoru

Lokalita	Motor	Zahájení provozu generátor	Instalovaný výkon
Kněžves	ČKD, 2x6S160	2011 do 2013 GP200	2x100 kW _e
Odry	Jenbacher 2xJ316	2012 2xGP500	1000 kW _e 2x500kW _e
Olešnice	ČKD, 2x6S160	Od 2013 GP200 Od 03/2015 GP200XL	200 kW _e 2x100 kW _e
Kozomín	Jenbacher, 3xJ320	Od 07/2014 5xGP750	2,1MW _e (3x710kW _e) 4,2MW _t (plyn)
Dobříš	Guascor, FBLD560	Od 06/2014 (cca 2000h) 1xGP750	630 kW _e
Handlová	Guascor, FBLD560, FBLD480	Od 06/2014 (>5000h) 2xGP750	570kW _e 430 kW _e



Energie z biomasy XVI, 16. – 18. 9. 2015 Lednice, Česká republika

Schéma zplyňovací generátoru GP500



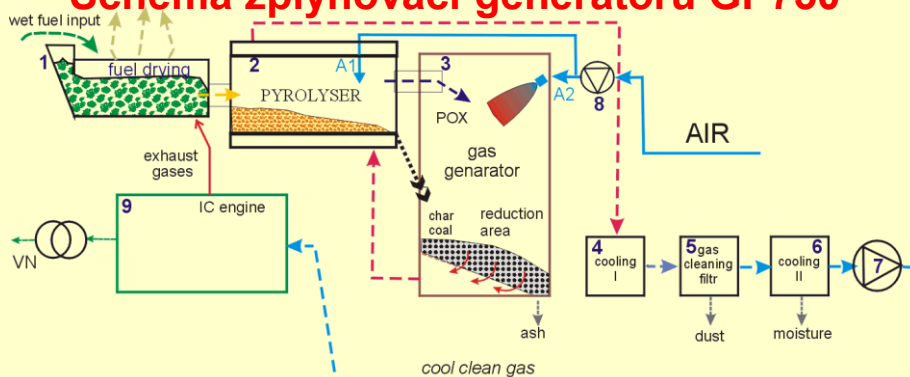
Základní parametry komerčního projektu GP500, od r.2012 Odry:

Jmenovitý el. výkon	500 kW_e
Spotřeba dřevní štěpky (abs. suché)	360 kg/hod
Velikost částic štěpky	6 až 50 mm
Vlhkost	až 60 % (vstup do sušárny)
Odpadní teplo chladicí vody (80-90 °C)	650 kW
Elektrická účinnost	32 %
Specifická spotřeba paliva (abs. Suché)	cca 0,7 kg/kWh_{el}
Specifická el. práce	cca 1,43 kWh_{el}/kg



Energie z biomasy XVI, 16. – 18. 9. 2015 Lednice, Česká republika

Schéma zplyňovací generátoru GP750



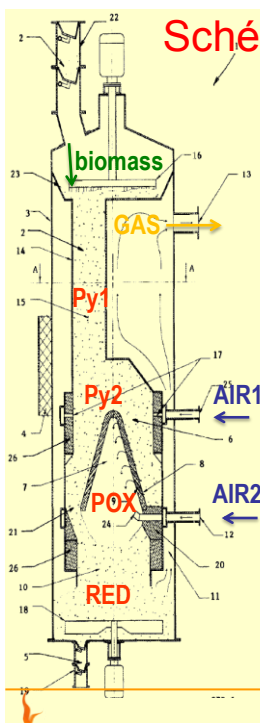
Základní parametry komerčního projektu GP750 (Handlová, Kozomín, Dobříš):

Jmenovitý el. výkon	750 kW_e
Spotřeba dřevní štěpky (abs. suché)	550 kg/hod
Velikost částic štěpky	6 až 50 mm
Vlhkost	až 50 % (vstup do sušárny)
Odpadní teplo chladicí vody (80-90 °C)	min. 850 kW
Elektrická účinnost	32 %
Specifická spotřeba paliva (abs. Suché)	max. 0,7 kg/kWh_{el}
Specifická el. práce	min. 1,43 kWh_{el}/kg



Energie z biomasy XVI, 16. – 18. 9. 2015 Lednice, Česká republika

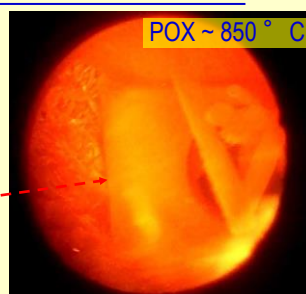
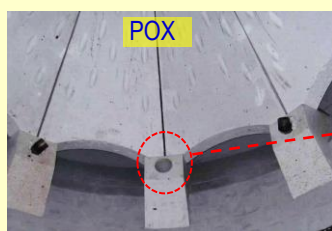
Schéma zplyňovacího generátoru GP750



Zvyšování velikosti rozměru generátoru

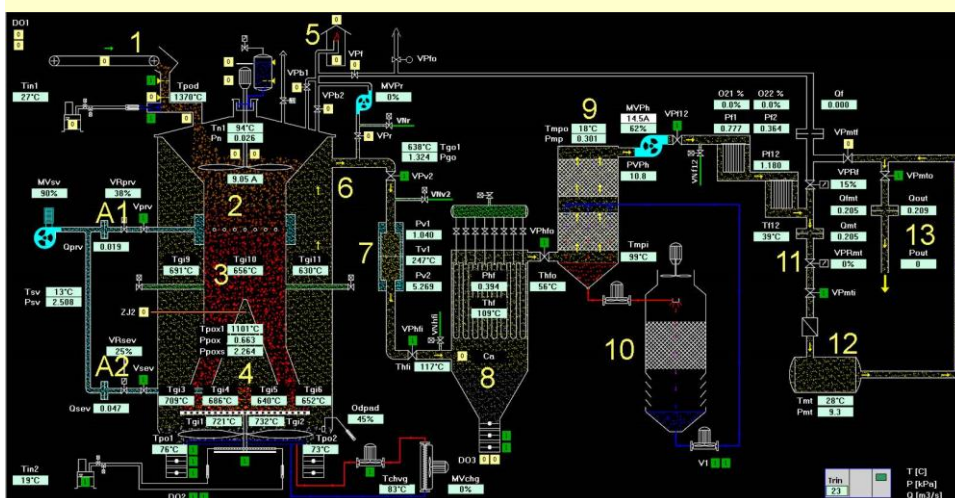
Generátor	Velikost komory POX		Objem m ³	Průtok* m ³ /h	Doba zdržení* s
	D,m	H,m			
GP200	1,0	1,1	~0,3	~400	~2,5
GP500	1,6	2,1	~1,5	~900	~5,5
GP750	2,5	2,3	~4,0	~1300	~10

* Normální podmínky



Energie z biomasy XVI, 16. – 18. 9. 2015 Lednice, Česká republika

Technologické schéma GP750/Dobříš



1-vstup paliva do GP750, 2-dosušovací část, 3-pyrolyzní část, 4-parciálně-oxidační část, 5-spalovací flétra, 6-odvod plynu z generátoru, 7-vodní chladič plynu, 8-rukávové látkové filtry, 9-kontaktní chlazení plynu, 10-kontaktní chlazení plynu v chladicí věži, 11-měřicí clona, 12-mix tank, 13-měřicí clona před motorem

A1-přívod primárního vzduchu

A2- přívod sekundárního vzduchu

Energie z biomasy XVI, 16. – 18. 9. 2015 Lednice, Česká republika

Elektrárna Kozomín



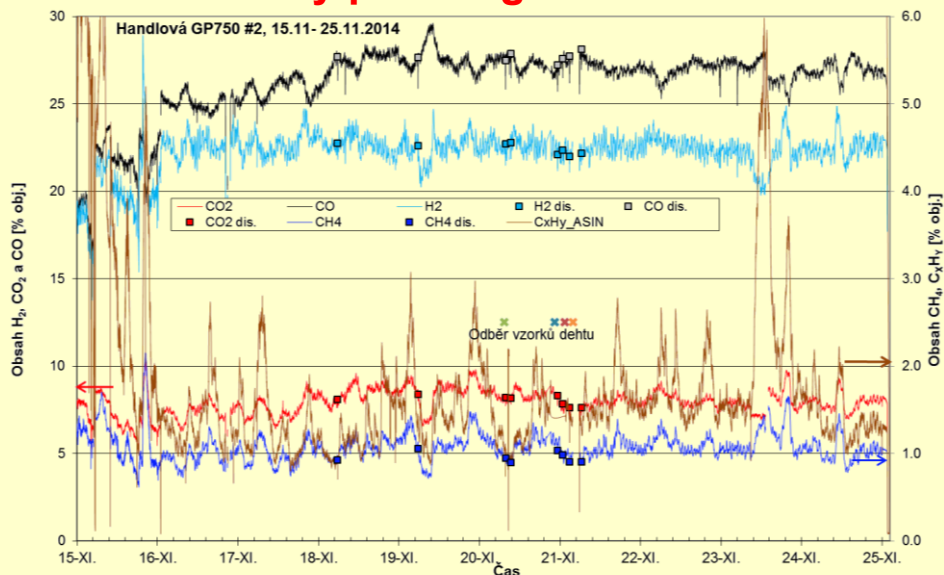
Energie z biomasy XVI, 16. – 18. 9. 2015 Lednice, Česká republika

Elektrárna Kozomín



Energie z biomasy XVI, 16. – 18. 9. 2015 Lednice, Česká republika

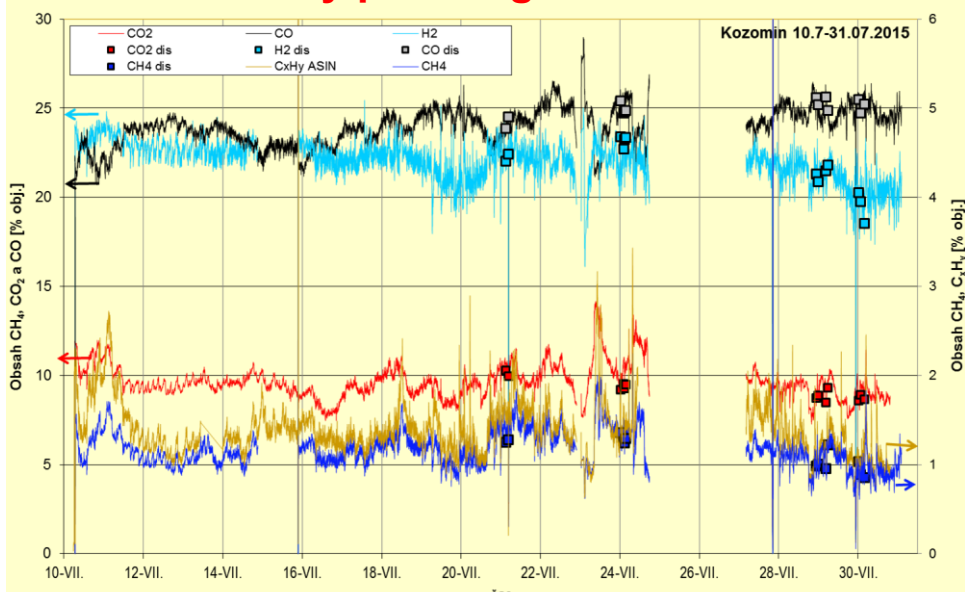
Dlouhodobý provoz generátoru GP750



Provoz generátoru v Handlové

Energie z biomasy XVI, 16. – 18. 9. 2015 Lednice, Česká republika

Dlouhodobý provoz generátoru GP750



Provoz generátorů v Kozmině, fragment záznamu (3xGP750, 3x600kW)

Energie z biomasy XVI, 16. – 18. 9. 2015 Lednice, Česká republika

Složení plynu z vícestupňových generátoru

	Souproud Imbert	Souproud GP300	Viking DTU 75kWt	GP200	GP500	GP750
Vlhkost dřeva, % hm.	<10	<10	35-45	<10	<10	<10
CO	25,5	24,6	19,6	26,7	25,0	27,6
H ₂	17,2	16,4	30,5	23,0	22,3	22,4
CH₄	3,0	2,2	1,2	1,1	2,0	1,1
CO ₂	9,6	9,6	15,4	8,0	9,5	8,1
N₂	43,5	46,1	33,3	40,6	41,1	40,4
Other	1,2	1,1	0	0,6	0,1	0,2
Obsah dehtu, mg/m³	1000-2000	1300-2000	<5	0,5-2,0	5,0-40	30-100
Q _i (15 °C) MJ/m ³	6,3	5,7	5,6	5,9	5,9	6,3



Energie z biomasy XVI, 16. – 18. 9. 2015 Lednice, Česká republika

Závěr

- Vhodným palivem pro vícestupňové generátory je dřevní štěpka o velikosti částic 6–50 mm.
- Vícestupňové generátory mají vysokou účinnost a produkují plyn s nízkým obsahem dehtu, kompromisní řešení konstrukce při Scale Up GP200 na GP750 mělo za následek mírné zvýšení obsahu dehtu v plynu.
- Vícestupňové generátory produkují plyn dostatečné kvality pro přímé využití ve spalovacích motorech různých konstrukcí a od různých výrobců (po odstranění TZL a ochlazení $t < 40$ °C).
- GP750 umožňuje kombinovaný provoz: současná produkce plynu a dřevěného uhlí.
- Kvalitu plynu lze ovlivnit:
 - vlastnostmi paliva (velikost částic, obsah vlhkosti, obsah popela),
 - podmínkami provozu (poměr primárního a sekundárního vzduchu, intenzita roštování, teplota v POX).



Energie z biomasy XVI, 16. – 18. 9. 2015 Lednice, Česká republika

