

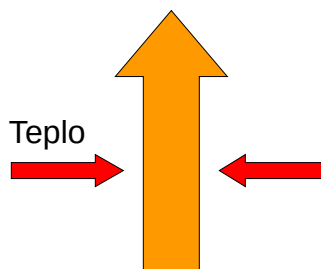


Kombinovaná výroba elektrické energie a tepla z biomasy procesem zplyňování v ČR

Michael Pohořelý & Siarhei Skoblia

Zplyňování

$\text{H}_2 + \text{CO} + \text{CH}_4 + \text{minoritní sloučeniny} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + (\text{N}_2)$
+ nečistoty (dehet, prach, sloučeniny síry, chloru apod.)



Palivo + zplyňovací médium (vzduch, O_2 , pára, CO_2)

Vlastnosti plynu závisí na:

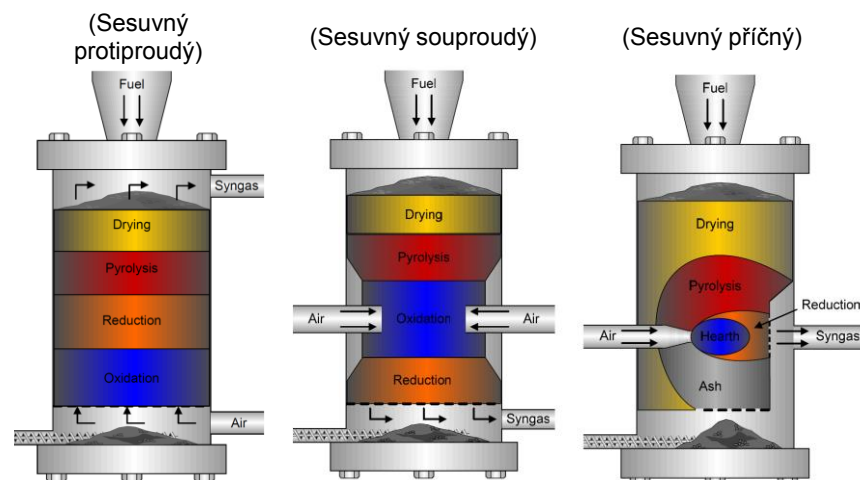
- Fyzikálně chemických vlastnostech paliva
- Typu zplyňovacího generátoru
- Provozních podmínkách generátoru
 - 1) Zplyňovací médium
 - 2) Stechiometrický koeficient vzduchu (autotermní zplyňování)
 - 3) Teplota
 - 4) Tlak
 - 5) Přítomnost katalyzátorů (ve fluidním loži)
 - 6) Doba zdržení v reakční zóně
 - 7) Tepelné zatížení
 - 8) Způsob dávkování

Typy zplyňovacích generátorů

- Generátory se sesuvným ložem – souproudé (moving bed)
- Generátory se sesuvným ložem – protiproudé (moving bed)
- Hořákové generátory (entrained flow)
- Generátory s fluidním ložem (fluidized bed)
- Vícestupňové generátory (multistage)

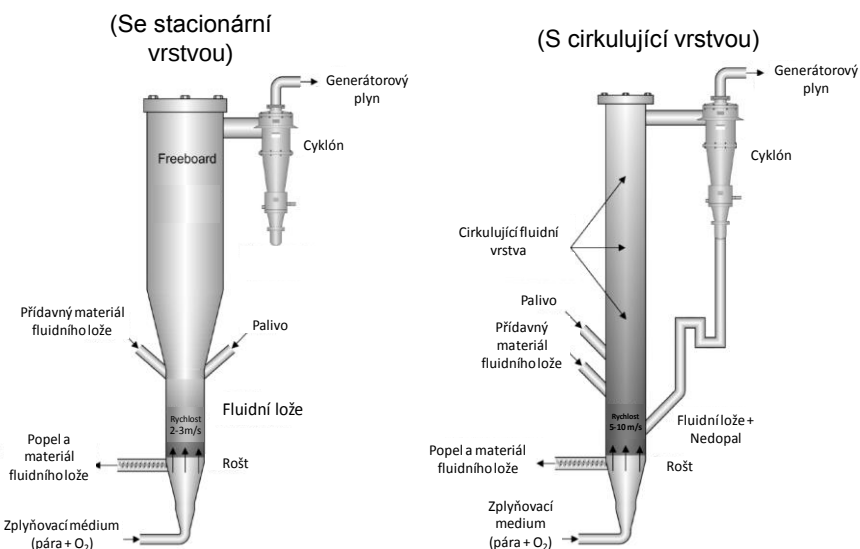
Generátory se sesuvným ložem

Nelze dávkovat malé částice paliva (do 20 mm – souproudý).



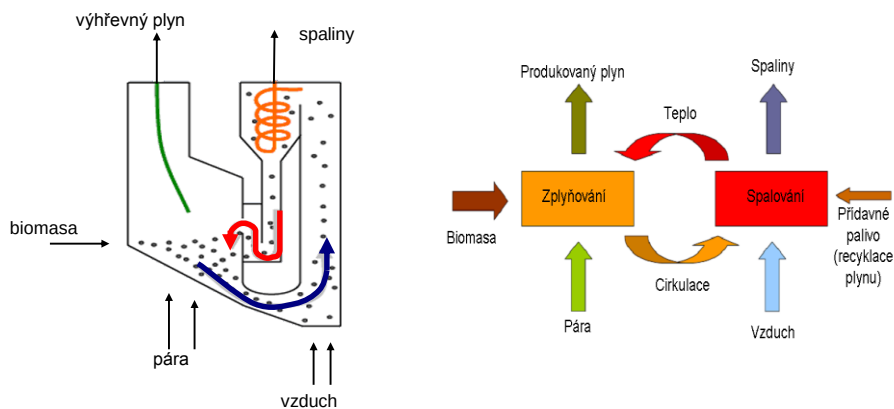
Olofsson I, Nordin A, Söderlund U: Initial Review and Evaluation of Process Technologies and System Suitable for Cost-Efficient Medium-Scale Gasification for Biomass to Liquid Fuels (2005).

Fluidní generátory (autotermní) I



Olofsson I, Nordin A, Söderlund U: Initial Review and Evaluation of Process Technologies and System Suitable for Cost-Efficient Medium-Scale Gasification for Biomass to Liquid Fuels (2005).

Fluidní generátor – typ FICFB



Hofbauer H.: Fluidized Bed Gasification – State of Technology, International Conference on Biomass gasification for an efficient provision of electricity and fuels - state of knowledge, Leipzig (2007).

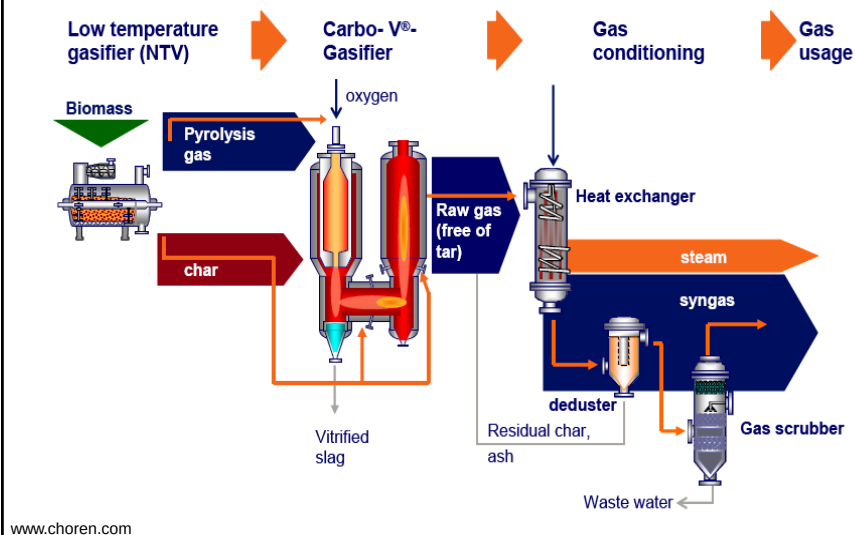
Další FICFB

Location	Usage / Product	Fuel input / Product MW, MW	Start up	Status	Supplier
Güssing, AUT	Gas engine	8.0 _{fuel} / 2.0 _{el}	2002	Operational	AE&E / Repotec
Oberwart, AUT	Gas engine / ORC / H ₂	8.5 _{fuel} / 2.8 _{el}	2008	Operational	Ortner Anlagenbau
Villach, AUT	Gas engine	15 _{fuel} / 3.7 _{el}	2010	on hold	Ortner Anlagenbau
Senden/Ulm, DEU	Gas engine / ORC	14 _{fuel} / 5 _{el}	2011	Operational	Repotec
Burgeis, ITA	Gas engine	2 _{fuel} / 0.5 _{el}	2012	Operational	Repotec / RevoGas
Göteborg, SWE	BioSNG	32 _{fuel} / 20 _{BioSNG}	2013	Operational	Repotec / Valmet
California, USA	R&D	1 MW _{fuel}	2013	Operational	GREG
Gaya, FRA	BioSNG R&D	0,5 MW _{fuel}	2016	under construction	Repotec
Thailand	Gas engine	4 _{fuel} / 1 _{el}	2016	under construction	GREG

Rauch R., Hrbek J.: Country Report Austria, IEA Bioenergy Task33 Meeting, CUIDEN, Spain (2015). Dostupné na: http://www.ieatask33.org/content/country_reports (8.9.2015).

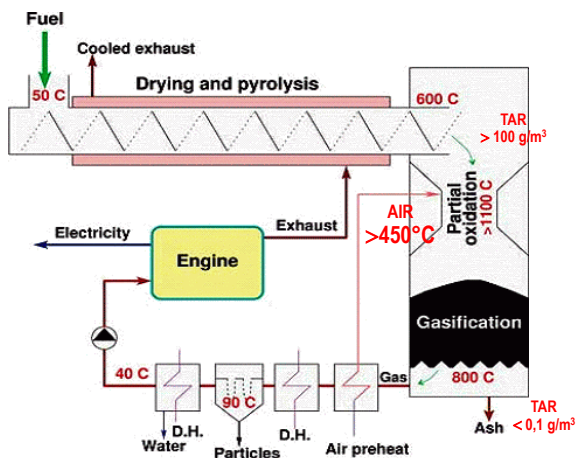
Hořákové generátory

Palivo < 0,1 mm $\Rightarrow$ biomasu nelze dávkovat přímo.



Vícestupňový generátor

Nelze dávkovat malé částice paliva (do 5 mm).



Knoef H.A.M. Handbook Biomass Gasification, BTG (2012).

Účinnost výroby elektrické energie

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

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

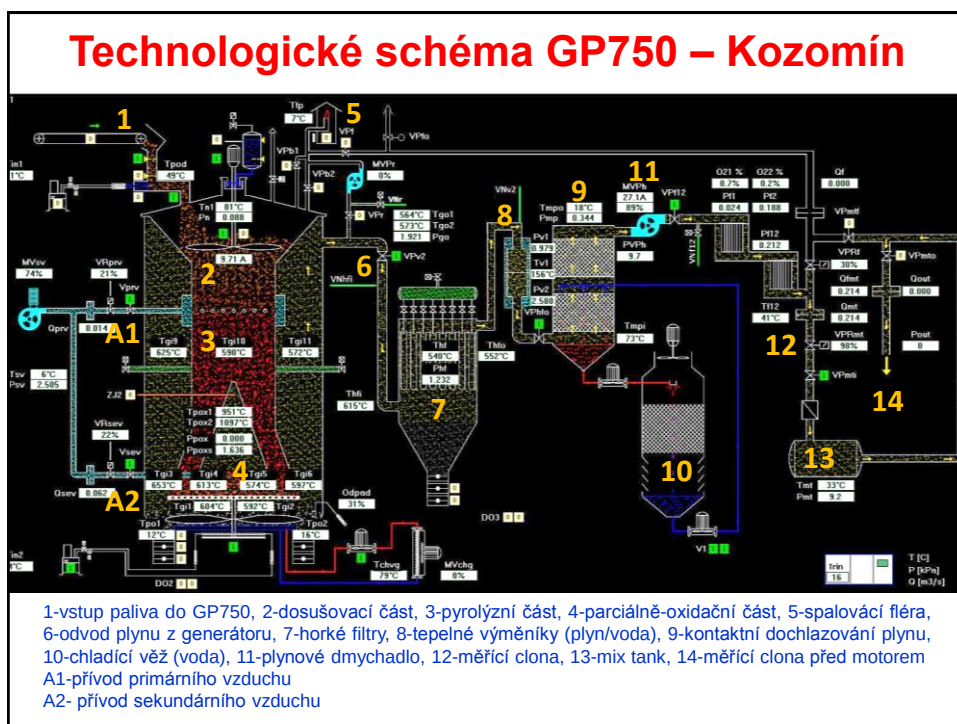
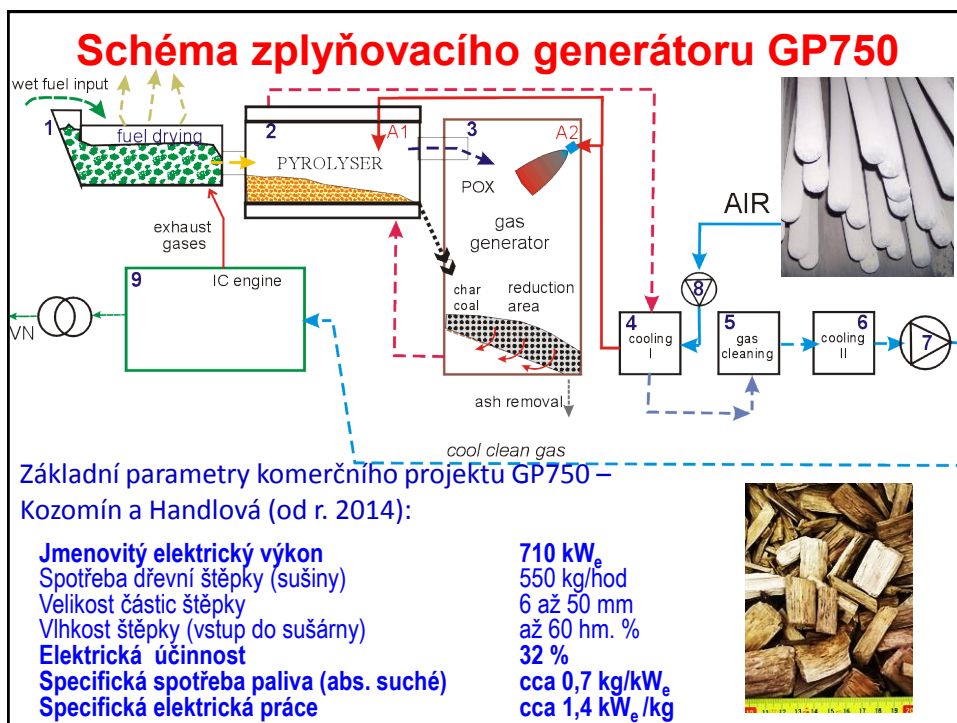
Zařízení použitá pro výrobu elektrické energie	Účinnost konverze η_{pl} , %	Účinnost výroby η_{kj} , %	Celková účinnost η , %	Náklady tis. Kč/kW _e
1. Spalovací elektrárna s parní turbínou (11 MW _e) (Zelený kotel, 33 MW _t), 2010, Plzeň	-	-	27,6	80
2. Spalovací elektrárna s parní turbínou (35 MW _e) (Spalování čisté biomasy, 105 MW _t), od 2009, Hodonín	-	-	~ 33	-
3. Vícestupňový generátor GP200 (0,2 MW _e) TARPO spol. s r.o., 2011	80–90	~ 32	~ 28*	90
4. Vícestupňový generátor GP 750 (0,75 MW _e) TARPO spol. s r.o., AIR TECHNIC s.r.o., 2014	80–90	~ 36	~ 32**	100
5. Zplyňovací generátor – SOFC	~ 95	~ 45-65	~ 40-60	Velmi vysoké

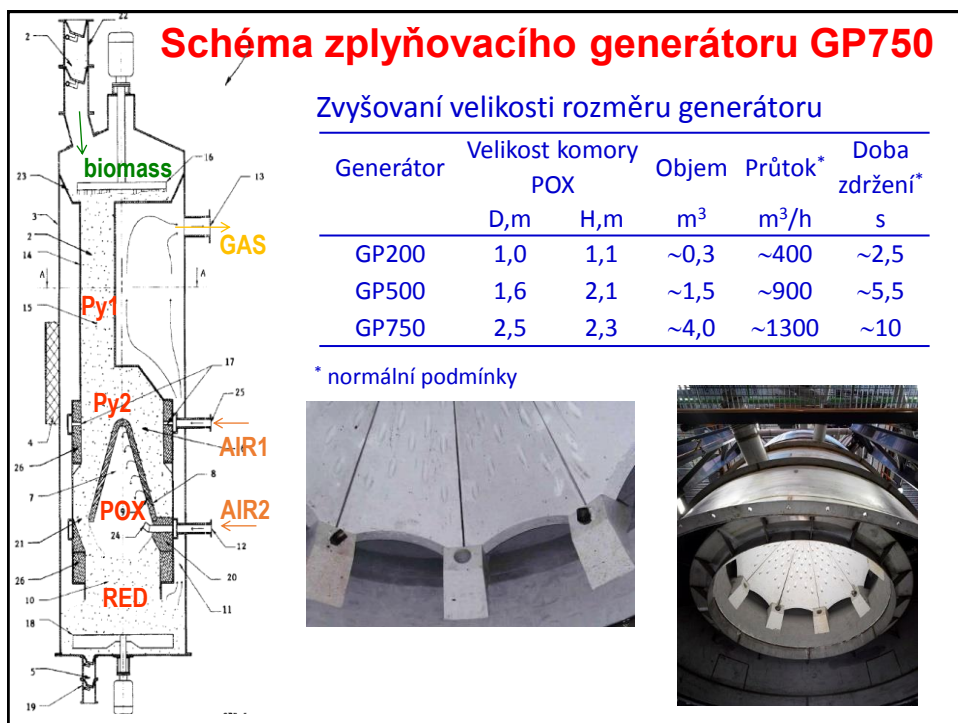
* Spalovací motor: 6S160 ČKD Hořovice

** Jenbacher J320

Současné realizace vícestupňového generátoru

Lokalita	Motor	Zahájení provozu generátor	Instalovaný výkon
Kněžves	ČKD, 2x6S160	Od 2011 do 2013 GP200	2x100 kW _e
Odry	Jenbacher, 2xJ316	Od 2012 2xGP500	2x400kW _e
Dobříš	Guascor, FBLD560	1xGP750	630 kW _e
Kozomín	Jenbacher, 3xJ320	Od 07/2014 5xGP750	2,1 MW _e (3x710 kW _e) 4,2 MW _t (plyn)
Handlová	Guascor, FBLD560, FBLD480	Od 06/2014 2xGP750	570 kW _e 430 kW _e
Olešnice	ČKD, 2x6S160	Od 2013 GP200 Od 03/2015 GP200XL	2x100 kW _e

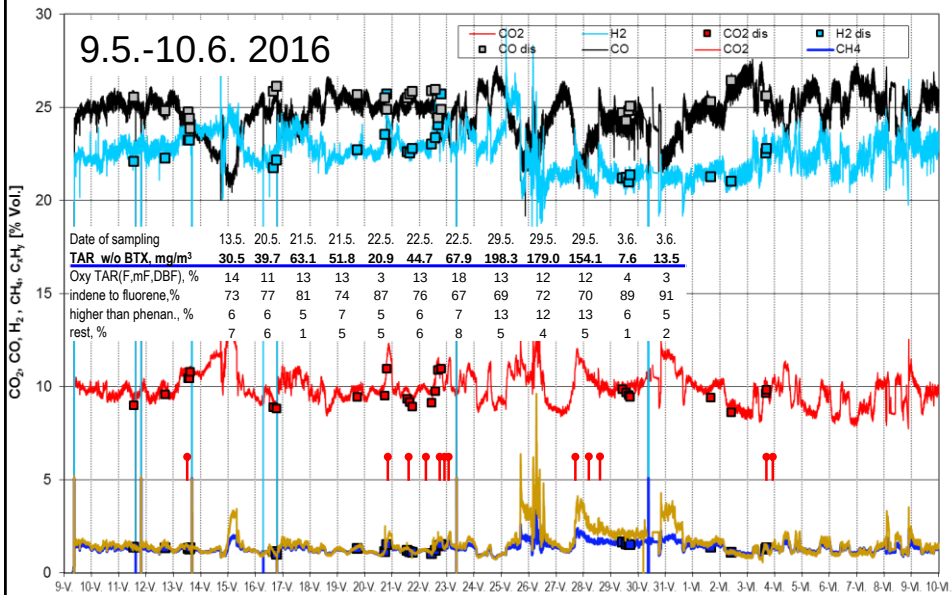




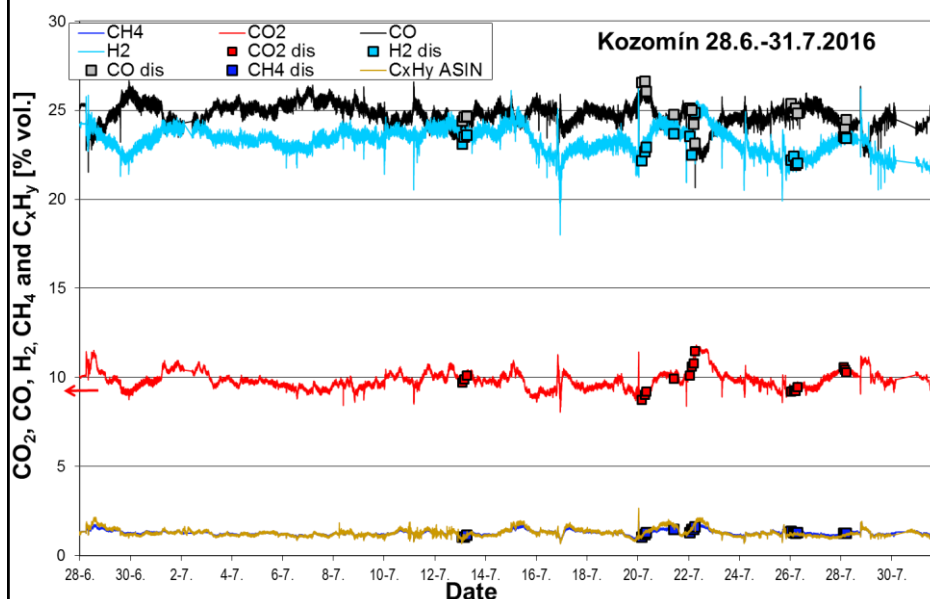
Elektrárna Kozomín



Dlouhodobý provoz g. GP750 – Kozomín



Dlouhodobý provoz g. GP750 – Kozomín



Složení plynu ze souproudých a vícestupňových generátorů

	Souproud Imbert	Souproud GP300	Viking DTU 75 kW _t	GP200	GP500	GP750
Vlhkost dřeva, % hm.	<10	<10	35-45	<10	<10	<10
CO	25,5	24,6	19,6	26,7	25,0	25,3
H ₂	17,2	16,4	30,5	23,0	22,3	22,7
CH₄	3,0	2,2	1,2	1,1	2,0	1,3
CO ₂	9,6	9,6	15,4	8,0	9,5	9,7
N₂	43,5	46,1	33,2	40,6	41,1	40,9
Ostatní	1,2	1,1	0,1	0,6	0,2	0,1
Obsah dehtu, mg/m ³	1000-2000	1300-2000	<5	0,5-2,0	5,0-40	20-200
Q _i (15 °C) MJ/m ³	6,3	5,7	5,6	5,9	5,9	6,3

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 na $t < 40\text{ }^{\circ}\text{C}$).
- GP750 umožňuje kombinovaný provoz: současná produkce plynu, užitečného tepla, dřevěného uhlí a technologické páry.
- Kvalitu plynu lze ovlivnit:
 - vlastnostmi paliva (velikost částic, obsah vlhkosti, obsah popela),
 - podmínkami provozu (poměr primárního a sekundárního vzduchu, intenzita roštování, teplota v POX).

