



národní  
úložiště  
šedé  
literatury

## **Zkušenosti s provozem dvoustupňových zplyňovacích generátorů v kogenerační elektrárně Kozomín.**

Brynda, Jiří  
2017

Dostupný z <http://www.nusl.cz/ntk/nusl-371568>

Dílo je chráněno podle autorského zákona č. 121/2000 Sb.

Tento dokument byl stažen z Národního úložiště šedé literatury (NUŠL).

Datum stažení: 11.05.2024

Další dokumenty můžete najít prostřednictvím vyhledávacího rozhraní [nusl.cz](http://nusl.cz) .

# Energie z biomasy XVIII

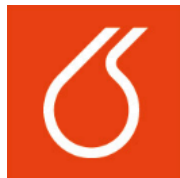
13. a 14. září 2017, Lednice

## Zkušenosti s provozem dvoustupňových zplyňovacích generátorů v kogenerační elektrárně Kozomín

*Jiří Brynda, Michael Pohořelý, Jaroslav Moško,  
Siarhei Skoblia, Zdeněk Beňo*



ÚSTAV CHEMICKÝCH PROCESŮ  
AV ČR, v.v.i.



VYSOKÁ ŠKOLA  
CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ  
V PRAZE

13.9.2017

# Účinnost výroby elektrické energie

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

$\eta_{pl}$  – účinnost konverze energie paliva do plynu

$\eta_{kj}$  – elektrická účinnost kogenerační jednotky

Zařízení použita pro výrobu elektrické energie	Účinnost konverze $\eta_{pl}$ , %	Účinnost výroby el. $\eta_{kj}$ , %	Celková účinnost $\eta$ , %	Náklady na instalaci tis.Kč/kW <sub>e</sub>
1. Tepelná elektrárna s parní turbínou (11 MW <sub>e</sub> ) (Zelený kotel, 33 MW <sub>t</sub> ), 2010, Plzeň	-	-	27,6	80
2. Tepelná elektrárna s parní turbínou (35 MW <sub>e</sub> ) (Spalování biomasy, 105 MW <sub>t</sub> ), 2009, Hodonín	-	-	~ 33	-
3. Dvoustupňový generátor GP200 (0,2 MW <sub>e</sub> ) TARPO spol. s r.o., 2011, Kněžves	80–90	~ 32	~ 28*	80-90
4. Dvoustupňový generátor (0,75 MW <sub>e</sub> ) TARPO s.r.o., AIR TECHNIC s.r.o., 2014, Kozomín	80–90	~ 36	~ 32**	100
5. Dvoustupňový generátor - SOFC	~ 95	~ 45-65	~ 40-60	Velmi vysoké

\* Upravený naftový motor: 6S160 ČKD Hořovice

\*\* Jenbacher AB, J316 GC (J320GC)

# Princip víceetapňového zplyňování



Pyrolýza

prchavá hořlavina

Parciální oxidace prchavé hořlaviny

Prchavá hořlavina:  $H_2$ ,  $H_2O$ ,  $CO$ ,  $CO_2$ ,  $CH_4$ , vyšší uhlovodíky  
Zdroj dehtu

vzduch

uhlíkatý zbytek prostý dehtu



teplo

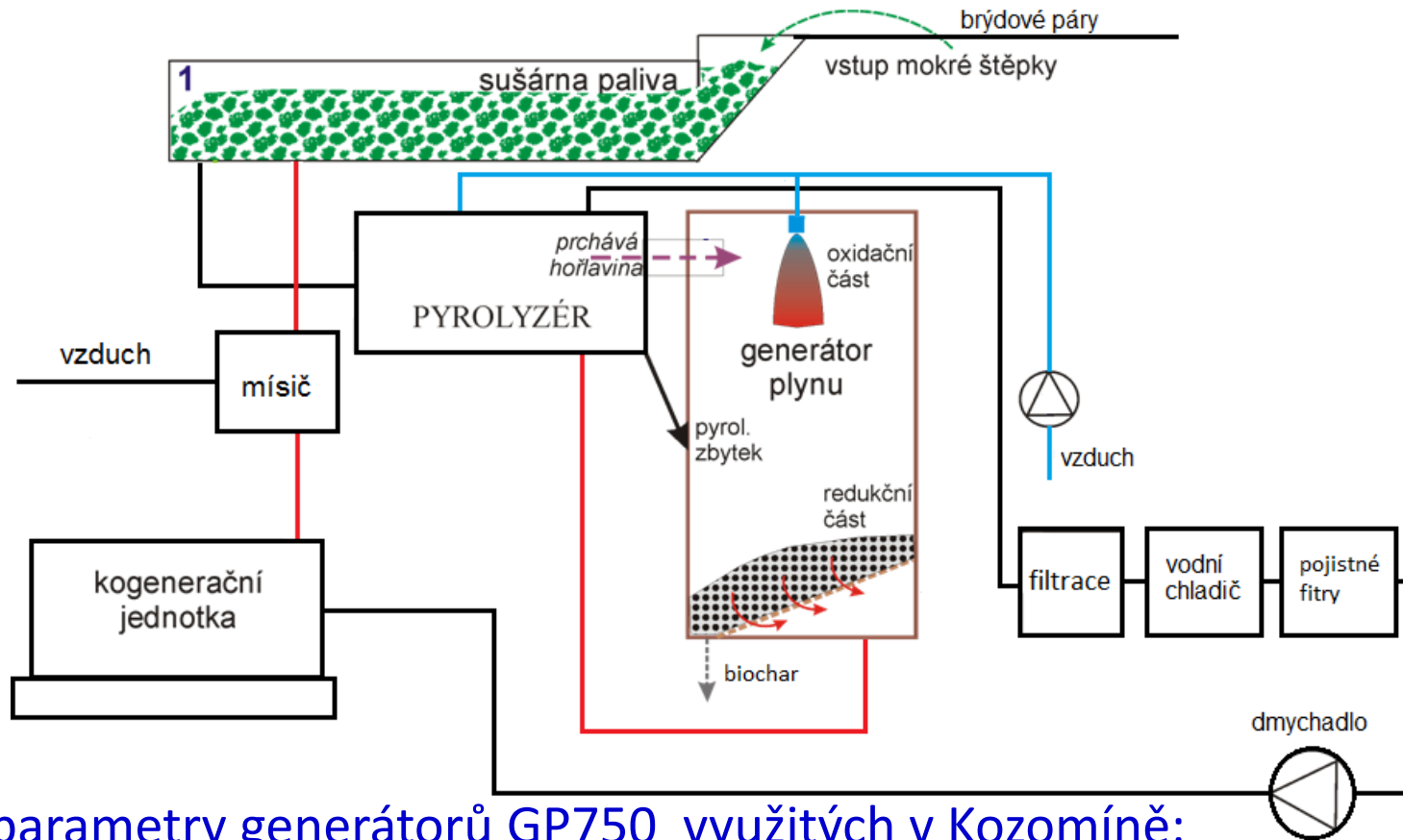
Definice dehtu dle "Tar protocol" CEN/TS 15439: Tar is mixture of organic substances with boiling point higher than benzene (80,1 °C, 101,325kPa)

Zplyňování  
plyn bez dehtu

$CO$ ,  $H_2$ ,  $CH_4$ ,  $CO_2$ ,  $H_2O$ ,  $N_2$

biochar

# Schéma generátoru GP750



Hlavní parametry generátorů GP750 využitých v Kozomíně:

**Jmenovitý el. výkon**

Spotřeba dřevní štěpky (nulová vlhkost)

Rozměry štěpky

Vlhkost štěpky (na vstupu do sušárny)

**Elektrická účinnost (vypočteno z výhřevnosti)**

**Jmenovitá spotřeba paliva (nulová vlhkost)**

**Jmenovitý elektrický výkon**

**710 kW**

550 kg·h<sup>-1</sup>.

6 to 50 mm

up to 60 wt. %

**32 %**

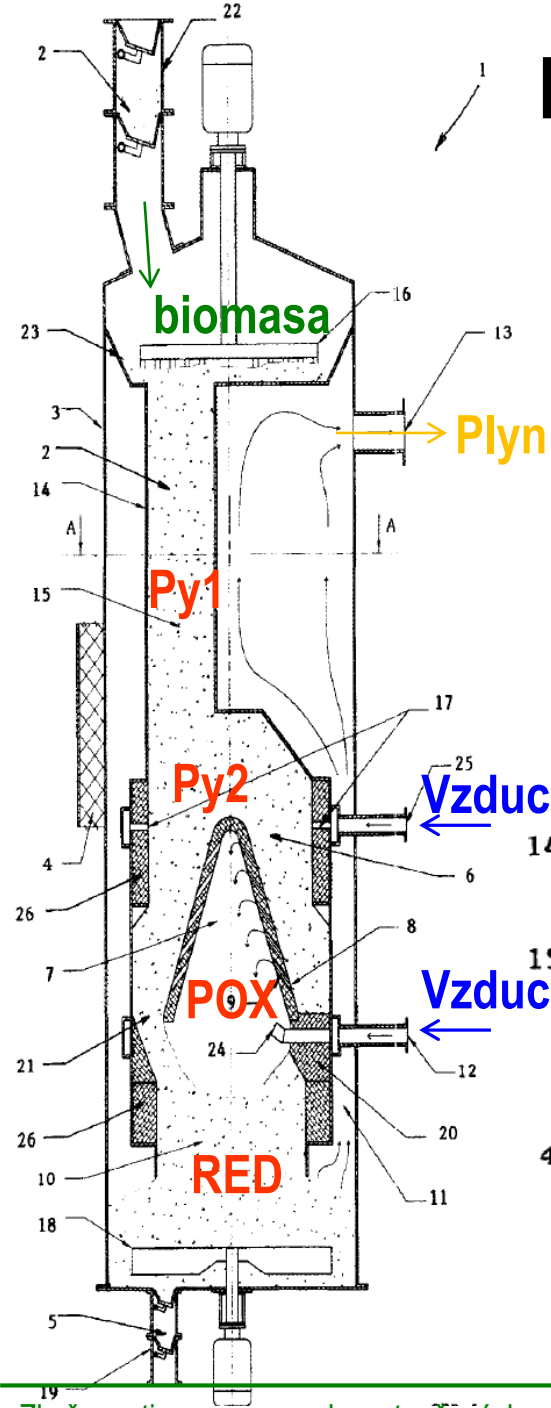
**0,7 kg·kWh<sup>-1</sup>**

**1,4 kWh·kg<sup>-1</sup>**

# Popis zplyňovacího generátoru GP750

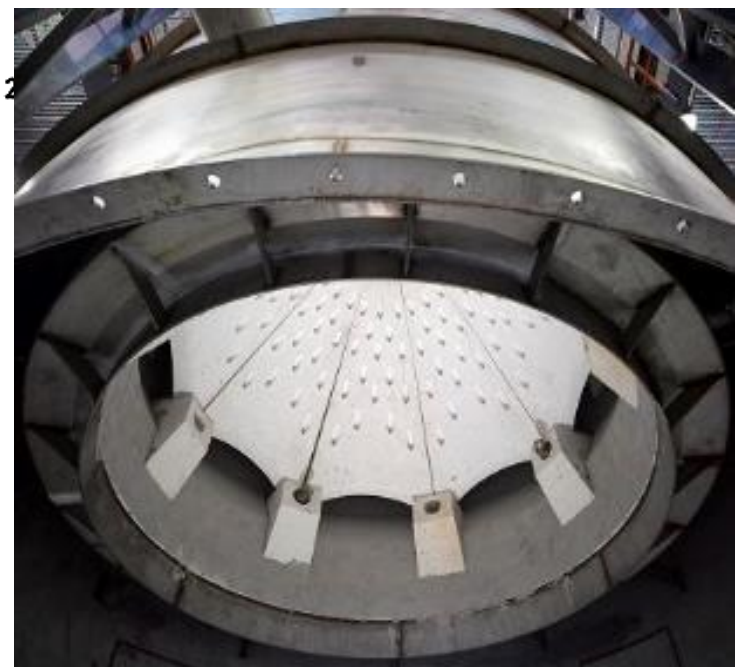
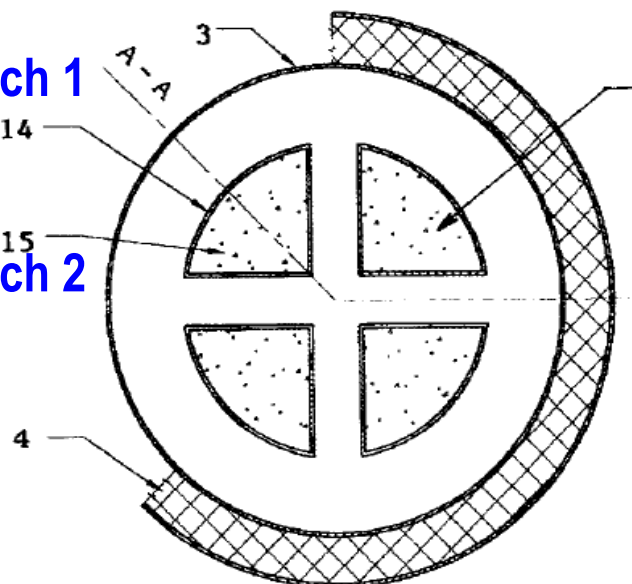
Typ generátoru	Rozměry POX komory		Objem m <sup>3</sup>	Průtok* m <sup>3</sup> /h	Doba zdržení* s
	D,m	V,m			
GP750	2,5	2,3	~4,0	~1300	~10

\* Vztaženo na normální podmínky



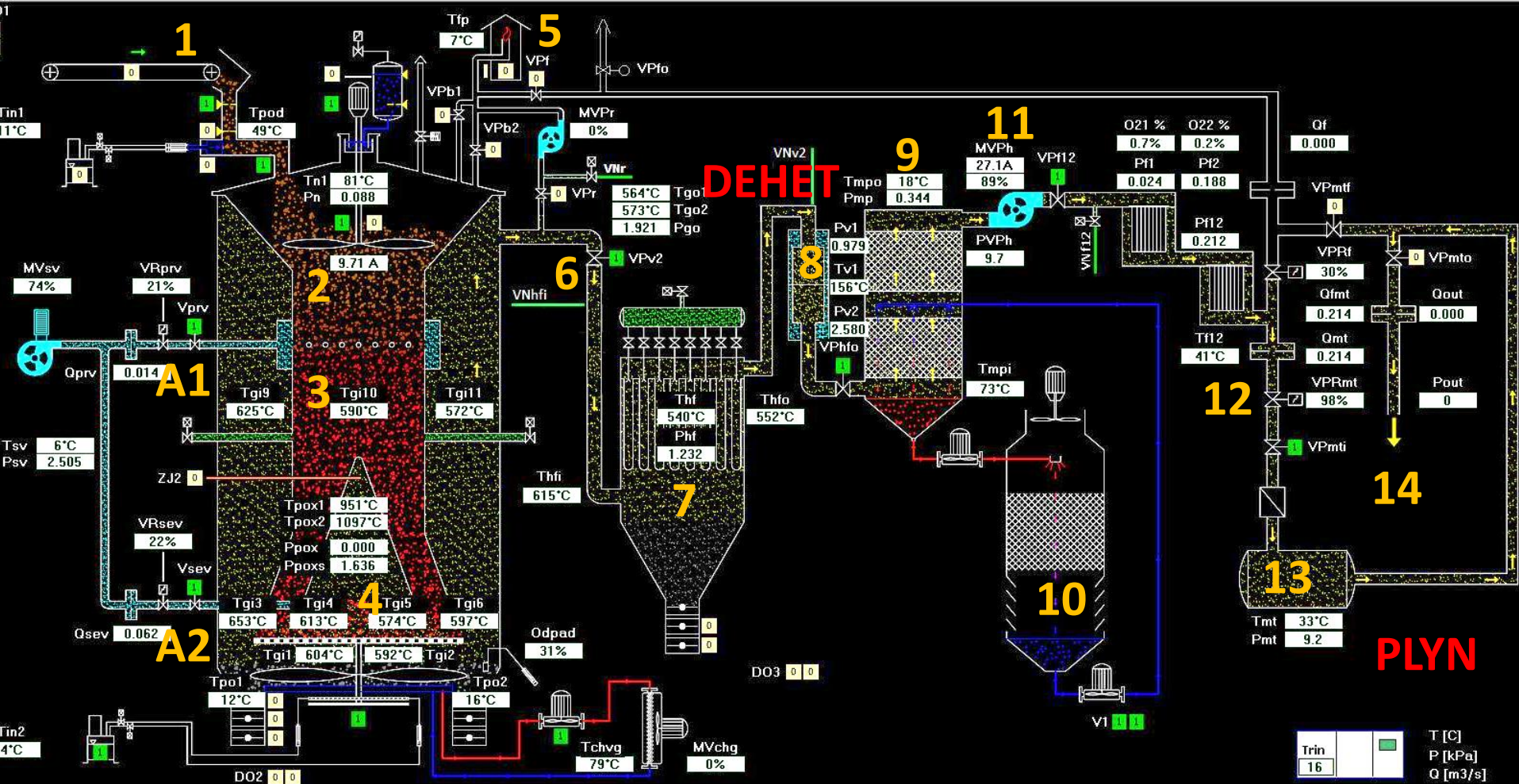
Pyrolýzní část

POX komora





# Technologické schéma zplyňovací linky



- 1 – dávkování suchého paliva GP750, 2 – allotermní pyrolýzní zóna, 3 – autotermní pyrolýzní zóna,  
 4 – parciálně-oxidační zóna, 5 - fléra, 6 – výstup plynu, 7 - keramické vysokoteplotní filtry, 8 – tepelný výměník (plyn/voda),  
 9 – vodní pračka, 10 – chladič věž, 11 – plynový ventilátor, 12 – měření průtoku plynu , 13 - mix tank,  
 14 – přívod plynu k motorům, A1- přívod primárního vzduchu, A2- přívod sekundárního vzduchu  
 PLYN – místo odběru plynu (on-line, off-line), TAR – místo vzorkování dehtu dle „Tar Protocol“



# Kogenerační elektrárna Kozomín



Pásová sušárna



Dávkování dřeva



Skald paliva



Hala s generátory



Jenbacher J320 GS



Generátor páry



GP750 #5



HF  
#5

#4

#3

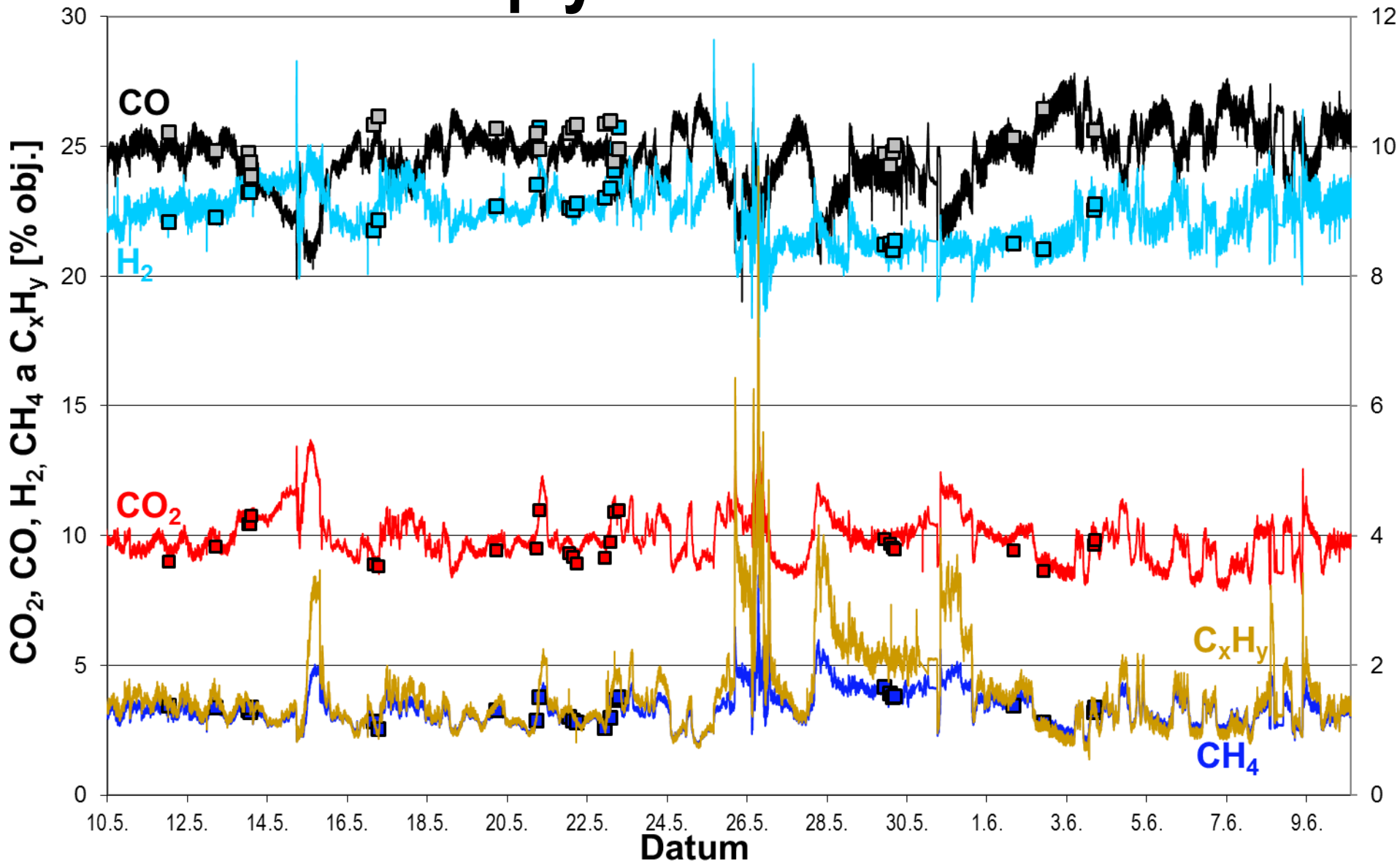
#2

#1

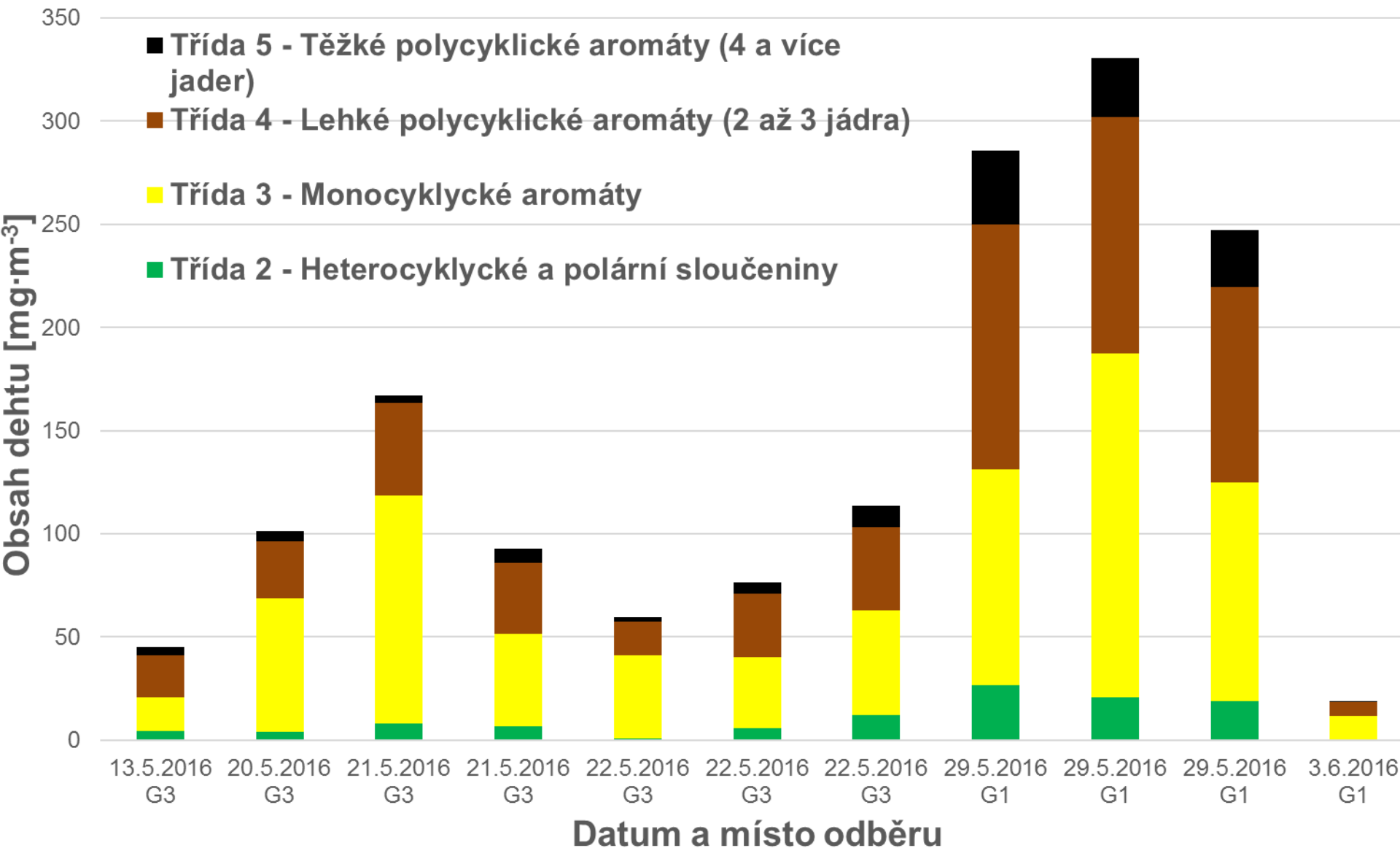
Hala s generátory



# Složení plynu 10.5.-10.6.2016

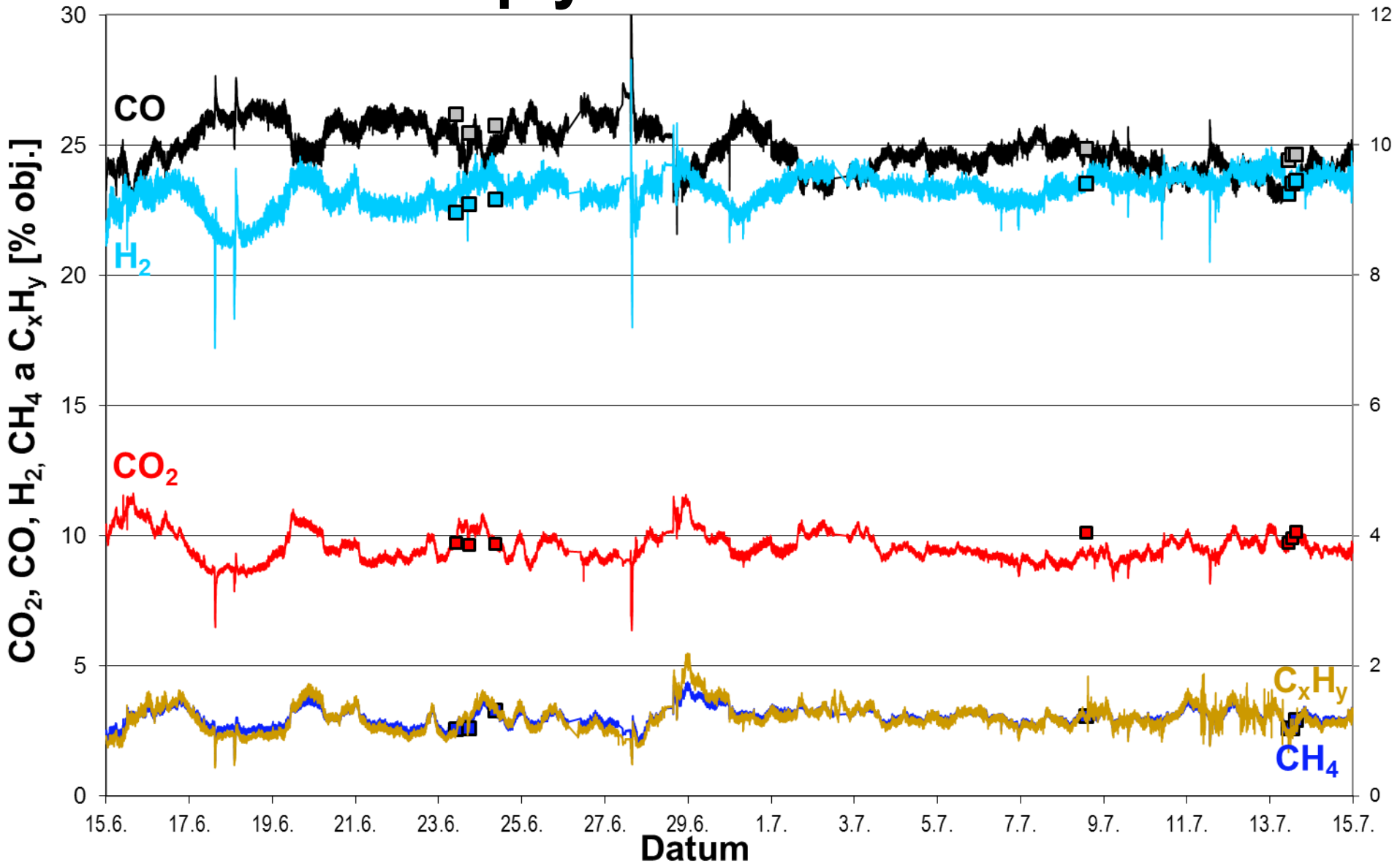


# Složení dehtu 13.5.-3.6.2016

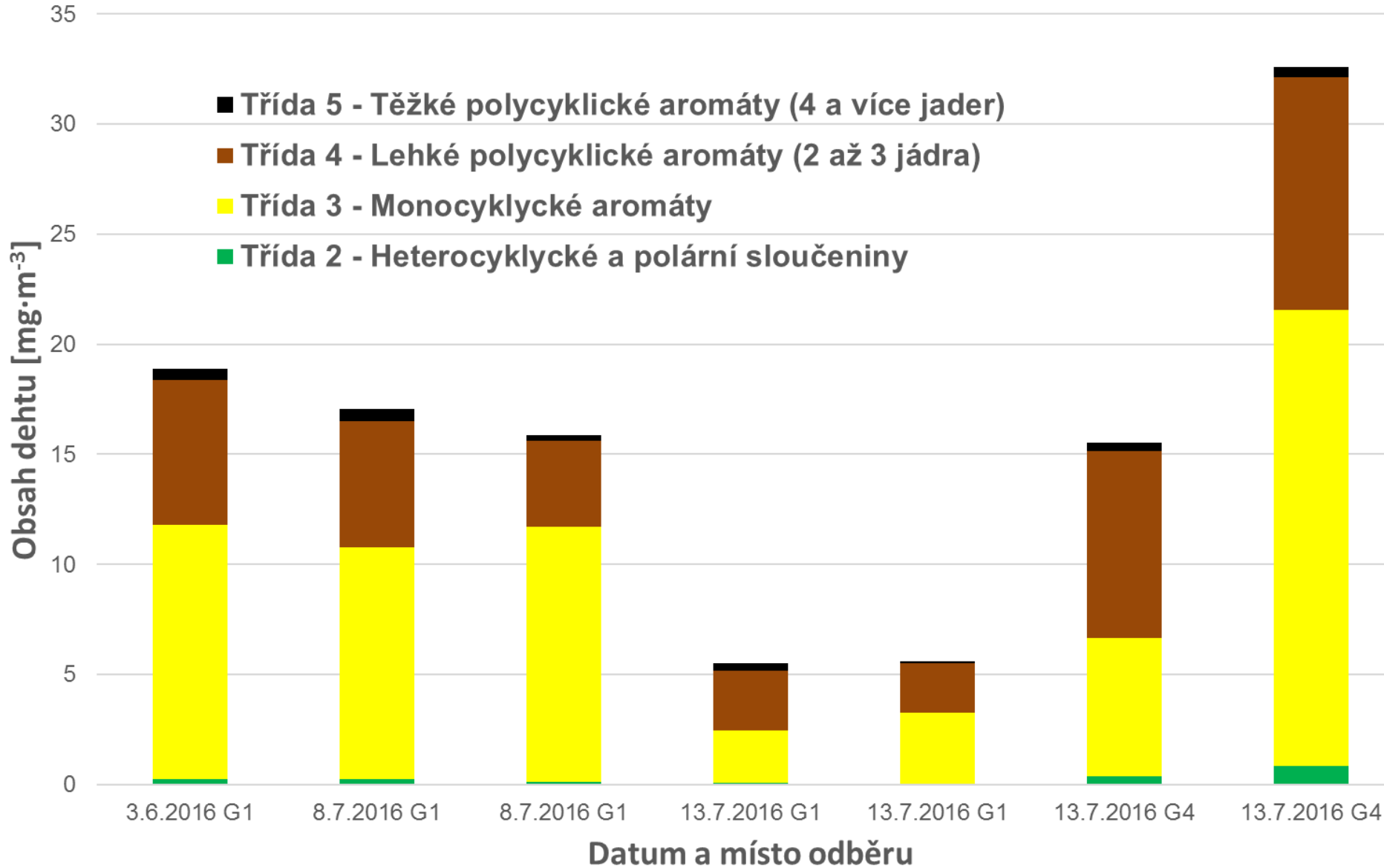




# Složení plynu 15.6.-15.7. 2016



# Složení dehtu 3.6-13.7.2016



# Typické složení plynů produkovaných zplyňovacími generátory

Typ generátoru	Souproudý Imbert 100 kW <sub>el</sub>	GP300 200 kW <sub>el</sub>	Viking DTU 75 kW <sub>th</sub>	Dvoustupňové		
				GP200	GP500	GP750
Vlhkost paliva, hm.	<10	<10	35-45	<10	<10	<10
CO	25,5	24,6	19,6	26,7	25,0	25,3
H <sub>2</sub>	17,2	16,4	30,5	23,0	22,3	22,7
<b>CH<sub>4</sub></b>	<b>3,0</b>	<b>2,2</b>	<b>1,2</b>	<b>1,1</b>	<b>2,0</b>	<b>1,3</b>
CO <sub>2</sub>	9,6	9,6	15,4	8,0	9,5	9,7
<b>N<sub>2</sub></b>	<b>43,5</b>	<b>46,1</b>	<b>33,2</b>	<b>40,6</b>	<b>41,1</b>	<b>40,9</b>
Other	1,2	1,1	0,1	0,6	0,2	0,1
<b>Obsah dehtu, mg/m<sup>3</sup></b>	<b>1000-2000</b>	<b>1300-2000</b>	<b>&lt;5</b>	<b>0,5-2,0</b>	<b>5,0-40</b>	<b>20-200</b>
Výhřevnost, MJ/m <sup>3</sup>	6,3	5,7	5,6	5,9	5,9	5,8



# Hmotnostní a energetická bilance půlročního provozu

Časový úsek (2016)	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
Spotřeba surové štěpky [tuny]	1733	1427	1395	1530	1376	1390
Průměrná vlhkost [hm. %]	40,0	38,2	38,5	40,5	41,3	42,7
<b>Spotřeba suché štěpky [tuny]</b>	<b>1039</b>	<b>882</b>	<b>858</b>	<b>911</b>	<b>808</b>	<b>796</b>
Výhřevnost vlhké štěpky [ $\text{MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ ]	9,7	10,1	10,0	9,7	9,5	9,3
<b>Produkce biocharu [tuny]</b>	<b>38,1</b>	<b>45,2</b>	<b>26,4</b>	<b>25,7</b>	<b>29,4</b>	<b>26,2</b>
Výhřevnost biocharu [ $\text{MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ ]	31	31	31	31	31	31
Výtěžek biocharu ze suché štěpky [hm. %]	3,7	5,1	3,1	2,8	3,6	3,3
<b>Vyrobená elektřina [MWh]</b>	<b>1427</b>	<b>1309</b>	<b>1244</b>	<b>1327</b>	<b>1063</b>	<b>1083</b>
Spotřeba suché štěpky [ $\text{kg}\cdot\text{kWh}^{-1}$ ]	0,728	0,673	0,690	0,687	0,760	0,735
<b>Celková účinnost [%]</b>	<b>30,6</b>	<b>32,9</b>	<b>32,1</b>	<b>32,4</b>	<b>29,3</b>	<b>30,3</b>
<b>Celková účinnost (bez biocharu) [%]</b>	<b>32,4</b>	<b>35,7</b>	<b>33,7</b>	<b>33,8</b>	<b>31,0</b>	<b>32,0</b>

# Kvalita biocharu produkovaného generátorem GP750

Kozomín - Biochar						
Vlastnost, veličina	Jednotka	Biochar				
	mm	< 1	1 - 2	2 - 6	6 - 10	> 10
Popel, A <sup>d</sup> (550 °C)	hm. %	53,05	13,72	8,39	5,68	7,83
Prchavá hořlavina, V <sup>d</sup>	hm. %	11,70	4,68	4,47	3,80	3,38
Fixní uhlík FC <sup>d</sup>	hm. %	35,25	81,60	87,14	90,52	88,79
Četnost	hm. %	30,5	9,7	21,5	25,7	12,6
Sypná váha	kg.m <sup>-3</sup>	274	144	142	142	168
Specifický povrch, S <sub>BET</sub>	m <sup>2</sup> .g <sup>-1</sup>	381	810	577	615	491
Specifický povrch mesopórů, S <sub>meso</sub>	m <sup>2</sup> .g <sup>-1</sup>	200	373	247	187	151
Objem mikropórů, S <sub>BET</sub>	mm <sup>3</sup> .g <sup>-1</sup>	92	219	158	202	161

- Vzniklý biochar obsahuje minimální množství organických látek díky dlouhé době zdržení (více než dvě hodiny) ve vysokoteplotní zóně (t > 600 °C)
- Texturní vlastnosti částic nad 1 mm jsou nezávislé na velikosti
- Průměrný specifický povrch je S<sub>BET</sub> = 600 m<sup>2</sup>.g<sup>-1</sup>
- Díky vysokému objemu mikropórů produkovaný biochar dobře zadržuje vodu
- Testované vlastnosti vzorků odpovídají požadavkům European Biochar Certificat

# Závěr

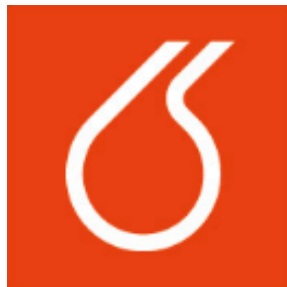
- **Generátory GP750 jsou schopné produkovat čistý generátorový plyn a biochar.**
- Pro stabilní provoz generátoru je nejvhodnější palivo o rozměrech 6–50 mm.
- Produkovaný plyn je vhodný pro pohon spalovacích motorů.
- Generátory GP750 produkují plyn s nízkým obsahem dehtu (<50 mg·m<sup>-3</sup>)
- Průměrná výhřevnost plynu je  $Q_i = 5,8 \text{ MJ} \cdot \text{m}^{-3}$
- Celková účinnost výroby el. energie může přesáhnout 32 %
- Pro úpravu plynu stačí: horké keramické filtry pro odstranění TZL a dochlazení plynu ve vodní pračce pod 40 °C.
- **Generátory produkují kvalitní biochar ( $S_{\text{BET}} = 500\text{-}900 \text{ m}^2/\text{g}$ ).**



# Děkuji za pozornost



**ÚSTAV CHEMICKÝCH PROCESŮ  
AV ČR, v.v.i.**



**VYSOKÁ ŠKOLA  
CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ  
V PRAZE**



**Czech Pyrolysis and Gasification Association**