

## CHARAKTERYSTYKA TECHNICZNA GAZU POREDUKCYJNEGO DLA UKŁADU CIEPŁOWNICZEGO

### Wprowadzenie

Gaz poredukcyjny powstaje w piecu szybowym na etapie produkcji cynku i ołowiu surowego, która realizowana jest na Wydziale Pieca Szybowego z Oddziałem Rafinerii Ołowiu Huty Cynku „Miasteczko Śląskie” S.A. Spiek cynkowo-ołowiowy, podgrzany koks oraz okresowo złomy cynku podawane są do pieca szybowego. W urządzeniu tym zachodzi redukcja cynku i ołowiu. Uzyskany w piecu szybowym ołów surowy jest kierowany do rafinerii ołowiu, a cynk (wytwarzany w piecu w postaci par), po kondensacji, trafia do rektyfikacji. W trakcie produkcji, w piecu szybowym, powstaje również gaz poredukcyjny, w ilości ok. 290,7 mln m<sup>3</sup><sub>n</sub> rocznie. Gorący i zapyłony gaz poredukcyjny, opuszczający piec szybowy zostaje schłodzony i odpylony w węźle oczyszczania i schładzania gazu poredukcyjnego. Proces realizowany jest z wykorzystaniem skrubera wodnego i dezintegratora Theisen’a, w których następuje wymycie zanieczyszczeń pyłowych i schłodzenie gazu do ok. 40°C.

Obecnie w Hucie Cynku „Miasteczko Śląskie” S.A. nie wykorzystuje się energetycznie strumienia gazu poredukcyjnego o wolumenie od 10 000 do 20 000 m<sup>3</sup>/h. Teoretycznie można z niego wygenerować od 10 do 20 MW mocy cieplnej.

*Tablica 1*

### PRODUKCJA I ZUZYCIE GAZU, m<sup>3</sup>/mc (2019)

m-c	t, C	PRODUKCJA, m <sup>3</sup>	PSI, m <sup>3</sup>	VEOLIA, m <sup>3</sup>	POCHODNIA, m <sup>3</sup>
1	36	30409000	18486000	2047000	9876000
2	36	24213000	14320000	1198000	8695000
3	36	33980000	17757000	524000	15699000
4	36	34388000	16477000	102000	17809000
5	36	21750000	10816000	0	10934000
6	36	27186000	16135000	0	11051000
7	36	29761000	16930000	0	12831000
8	36	35154000	19171000	0	15983000
9	36	29913000	16920000	0	12993000
10	36	34303000	19228000	0	15075000
11	36	34570000	19882000	15000	14673000
12	36	34457000	18810000	455000	15192000

PSI – aktualne zużycie na cele produkcyjne

VEOLIA – aktualne zużycie na cele grzewcze

POCHODNIA - jest gazem do wykorzystania w planowanej jednostce kotłowej na dodatkowe potrzeby ogrzewnictwa VEOLIA oraz planowaną do budowy instalacji zateżnienia filtratu.

**Skład gazu poredukcyjnego**

Głównymi składnikami gazu poredukcyjnego są: azot (pochodzący z powietrza zużywanego w piecu szybowym) oraz tlenek węgla powstający z utleniania koksu w trakcie redukcji spieku cynkowo-olowiowego. W niewielkich ilościach, w gazie poredukcyjnym występuje również dwutlenek węgla i wodór.

W tabelicy 2 zestawiono właściwości gazu poredukcyjnego pobranego w kampaniach siarczkowej i tlenkowej. Gaz poredukcyjny powstający w procesie redukcji spieku cynkowo-olowiowego jest gazem stosunkowo czystym, nie zawiera zanieczyszczeń organicznych i nieorganicznych. Zawartość smół i pyłu jest na bardzo niskim poziomie. Ze względu na wysoką zawartość azotu i obecność CO<sub>2</sub>, wartość kaloryczna gazu jest stosunkowo niska. Parametry gazu (zapylenie i wartość kaloryczna) w analizowanych próbkach mają wartości podobne do deklarowanych w pozwoleniu zintegrowanym. Deklarowana w pozwoleniu zintegrowanym wartość kaloryczna wynosi 2,6÷3,9 MJ/m<sup>3</sup><sub>n</sub>, a zawartość pyłu: <50 mg/m<sup>3</sup><sub>n</sub>.

*Tablica 2. Właściwości gazu poredukcyjnego pobranego w kampaniach siarczkowej i tlenkowej.*

Oznaczenie	Jednostka	Kampania siarczkowa	Kampania tlenkowa
H <sub>2</sub>	% v/v	1,41	0,98
O <sub>2</sub>	% v/v	< 0,1	< 0,1
N <sub>2</sub>	% v/v	58,70	58,44
CO	% v/v	30,44	29,01
CH <sub>4</sub>	% v/v	0,00	0,00
CO <sub>2</sub>	% v/v	7,64	6,90
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	% v/v	0,00	0,00
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	% v/v	0,00	0,00
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	% v/v	0,00	0,00
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	% v/v	0,00	0,00
n-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	% v/v	0,00	0,00
C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	% v/v	0,00	0,00
H <sub>2</sub> S	% v/v	0,00	0,00
COS	% v/v	0,00	0,00
CH <sub>3</sub> SH	% v/v	0,00	0,00
Ciepło spalania	MJ/m <sup>3</sup>	4,02	3,79
Wartość opałowa	MJ/m <sup>3</sup>	4,00	3,77
Zawartość wody	g/Nm <sup>3</sup>	24,00	16,00
Zawartość pyłu	mg/Nm <sup>3</sup>	22,00	1,50
Zawartość substancji smolistych	mg/Nm <sup>3</sup>	20,30	<13
Zawartość amoniaku, NH <sub>3</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	< 1,0	< 1,0

Oznaczenie	Jednostka	Kampania siarczkowa	Kampania tlenkowa
<b>Zawartość lotnych związków organicznych</b>			
benzen	mg/Nm <sup>3</sup>	< 1,0	< 1,0
toluen	mg/Nm <sup>3</sup>	< 1,0	< 1,0
ksyleny	mg/Nm <sup>3</sup>	< 1,0	< 1,0
inden	mg/Nm <sup>3</sup>	< 1,0	< 1,0
naftalen	mg/Nm <sup>3</sup>	< 1,0	< 1,0
fenol	mg/Nm <sup>3</sup>	< 1,0	< 1,0

W procesie oczyszczania gazu w skruberze wodnym gaz ulega nasyceniu parą wodną. W kolejnych etapach oczyszczania i transportu gazu, gaz ulega wychłodzeniu, w konsekwencji czego woda ulega kondensacji, jednak należy założyć, że gaz trafiający do odbiorców jest zawilgocony. Stężenie wody, wynikające z prężności pary wodnej, w temperaturze, w jakiej gaz jest transportowany, to jest ok. 30°C, wynosi 4-8% obj.

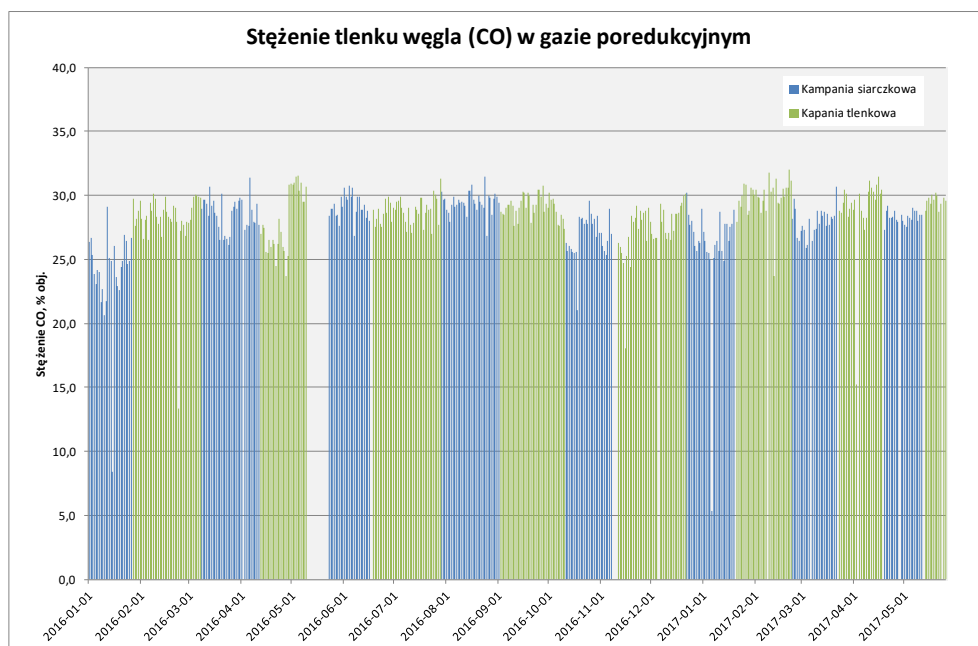
### **Analiza danych historycznych**

Poniżej przedstawiono analizę statystyczną właściwości gazu poredukcyjnego, którą przeprowadzono na podstawie danych pomiarowych, z reprezentatywnego, półtorarocznego okresu czasu.

#### Tlenek węgla

*Tablica 3. Stężenie tlenku węgla w gazie poredukcyjnym.*

Parametr	Stężenie tlenku węgla (CO), % obj.	
	Kampania siarczkowa	Kampania tlenkowa
Minimum	5,38	13,37
Maksimum	31,45	32,00
Średnia	27,60	28,62
Mediana	28,20	28,90
Średnie odchylenie	1,71	1,34

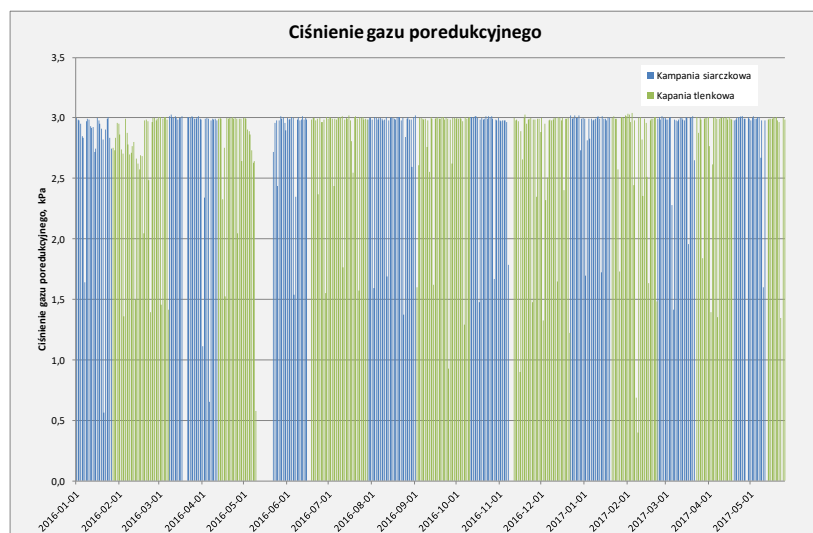


Rys.1. Stężenie tlenu węgla w gazie poredukcyjnym z rozróżnieniem na kampanie.

Ciśnienie gazu poredukcyjnego

Tab. 4. Ciśnienie gazu poredukcyjnego.

Parametr	Ciśnienie gazu poredukcyjnego, kPa	
	Kampania siarczkowa	Kampania tlenkowa
Minimum	0,56	0,40
Maksimum	3,03	3,04
Średnia	2,86	2,75
Mediana	2,99	2,99
Średnie odchylenie	0,23	0,35



Rys.2. Ciśnienie gazu poredukcyjnego z rozróżnieniem na kampanie.

Ciśnienie gazu poredukcyjnego jest bardzo stabilne i niezależne od rodzaju surowca stosowanego w procesie produkcyjnym.

#### Wartość opałowa gazu poredukcyjnego

Tab.5. Wartość opałowa gazu poredukcyjnego.

Parametr	Wartość opałowa gazu, MJ/m <sup>3</sup> <sub>n</sub>	
	Kampania siarczkowa	Kampania tlenkowa
Minimum	0,76	1,85
Maksimum	4,17	4,17
Średnia	3,61	3,76
Mediana	3,69	3,81
Średnie odchylenie	0,23	0,17

Dla celów analizy na obecnym etapie należy przyjąć wartość nominalną  $W_d = 3,6 \text{ MJ/m}^3_n$ .

#### **Kluczowe parametry jednostki ciepłowniczej**

Roczny czas pracy: w skali roku 320 dni, przerwa remontowa 14 dni, przerwy remontowo-technologiczne 3 po 15h w każdym miesiącu.

Pobory ciepła:

- Instalacja zateżania filtratu - min. 2 MWt, maks. 3,5 MWt (w postaci wody gorącej o temp. zasilania 90 °C i powrotu 77°C) – odbiór całoroczny.

- Odbiory na cele grzewcze – maks. 6,9 MWt (90/70°C). W sezonie letnim maksymalnie 1,5 MWt.
- Szacuje się, że kocioł wodny będzie posiadał moc cieplną ok. 7 MWt, pozostałe ciepło będzie pochodzić z modernizowanego kotła odzyskowego.

Jednostka ciepłownicza winna być elastyczna i bilansująca całkowite zapotrzebowanie ciepła grzewczego zmienne sezonowo. Nadmiar gazu poredukcyjnego będzie wykorzystany w hucie na potrzeby produkcyjne.

Uwaga: W Hucie „Miasteczko Śląskie” S.A. dostępny jest gaz ziemny, który może być wykorzystany dla stabilizacji spalania gazu poredukcyjnego.