

Tychy, 14.07.2020

## **Projekt technologiczny instalacji odgazowania wody zasilającej dla kotłowni parowej ENERGOKOM Sp. z o.o. w Rakszawie.**

Edycja: 3

Uzupełnienie o zawór nadmiarowy regulacji zrzutu ciśnienia przez otwarciem zaworu bezpieczeństwa

Opracowanie w oparciu o zapisy umowy nr 230.16.2020 z dnia 19.02.2020

## **1. Uzgodnione dane ruchowe systemu termicznego odgazowania wody zasilającej kotły parowe**

Dla zapewnienia właściwej pracy systemu odgazowania konieczne jest przyjęcie założeń w zakresie danych ruchowych tego systemu. W oparciu o przekazane informacje przyjęte zostały następujące dane początkowe:

- Maksymalny strumień wody podawanej do kolumny odgazowywacza termicznego 16m<sup>3</sup>/h
- Mieszanina kondensatu i wody uzupełniającej do kolumny odgazowywacza podawana jest ze zbiornika kondensatu za pomocą pomp
- Temperatura mieszaniny wody uzupełniającej i kondensatu jest nie niższa niż 70°C i nie wyższa niż 95°C
- W procesie odgazowania zostanie wykorzystana para grzewcza o ciśnieniu 3,5-4,8 bar(man) i temperaturze z zakresu 150-160°C, parametry zabezpieczenia PS=5bar(man) TS=180°C
- Wymagana pojemność zbiornika wody zasilającej ok. 22m<sup>3</sup>
- Zbiornik posadowiony na 3 podporach
- Napędy zaworów regulacyjnych pneumatyczne

## **2. Obliczenia i dobór urządzeń systemu odgazowania**

Bazując na przekazanych informacjach i oczekiwaniach klienta, doświadczeniu własnym oraz uznanej praktyce inżynierskiej opracowany został schemat PID technologii procesu odgazowania termicznego – rysunek 1. Dla zapewnienia wyższej rozdzielczości zapisu schemat ten również zamieszczono jako oddzielny plik pdf – załącznik 1.

W oparciu o uzgodnione dane ruchowe zostały przeprowadzone obliczenia wariantowe bilansu masy i energii w procesie odgazowania termicznego. Podstawowy arkusz obliczeń zaprezentowany został w załączniku 2.

Przeprowadzone obliczenia pozwoliły określić wartości maksymalnego zużycia pary grzewczej na potrzeby procesu odgazowania jako 1185 kg/h; minimalne zapotrzebowanie pary jest szacowane na 200 kg/h.

Na bazie uzyskanych wyników obliczeń bilansowych przeprowadzono szczegółowe doборы urządzeń zaznaczonych na schemacie PID. Dobór i obliczenia zgodnie z uznaną praktyką inżynierską oraz wytycznymi producentów urządzeń.



### 3. Tabelaryczne zestawienie urządzeń systemu odgazowania termicznego

Dobre urządzenia zestawiono w formie tabelarycznej z uwzględnieniem numeracji obowiązującej na schemacie PID. Dane w tabeli 1 zostały przygotowane w taki sposób, aby zapewnić możliwość wyboru różnych dostawców urządzeń przez inwestora.

Tabela 1. Zestawienie urządzeń systemu odgazowania termicznego

Poz.	Specyfikacja	DN	PN	PS	TS	Ilość
1	Zbiornik wody zasilającej pojemność całkowita ok. 22 m <sup>3</sup> - średnica 2000mm, - długość części cylindrycznej ok. 6500mm, - długość całkowita ok. 7200mm materiał: P265GH wykonanie zgodnie z uznaną praktyką inżynierską	-	-	0,5	180	1
2	Kolumna odgazowywacza termicznego - średnica 800mm - wysokość ok. 2400mm Materiał kolumny: P265GH, wkładu: 1.4301 (AISI 304) spoiny pasywowane wykonanie zgodnie z uznaną praktyką inżynierską	-	-	0,5	180	1
3	Zawór regulacyjny charakterystyka stałoprocentowa przyłącza kołnierzowe PN-EN1092-1 przyłga B1 czynnik: para wodna z siłownikiem pneumatycznym przy zaniku zasilania pow. ster. sprężyna zamyka ciśnienie powietrza sterującego 4 barg wyposażenie: - pozycjoner elektropneumatyczny cyfrowy 4..20mA - stacyjka redukcyjno-filtrująca powietrza  Obliczeniowe punkty pracy: 1. p <sub>1</sub> =4,5 bara p <sub>2</sub> =3 bara t <sub>1</sub> =150C m=200kg/h 2. p <sub>1</sub> =4,5 bara p <sub>2</sub> =3 bara t <sub>1</sub> =150C m=1185 kg/h 3. p <sub>1</sub> =5,8 bara p <sub>2</sub> =3 bara t <sub>1</sub> =160C m=200kg/h 4. p <sub>1</sub> =5,8 bara p <sub>2</sub> =3 bara t <sub>1</sub> =160C m=1185 kg/h  zawór dobrać tak, aby punkt 2 znajdował się poniżej 85% skoku, a punkt 3 powyżej 15% skoku wymagany poziom hałasu <85dBA  Analiza przekazanych propozycji zaworów regulacyjnych w punkcie 4 opracowania.  Współczynnik przepływu kvs z zakresu 40 do 43 m <sup>3</sup> /h zależnie od producenta	65	16	5	180	1

Poz.	Specyfikacja	DN	PN	PS	TS	Ilość
4	Zawór odcinający grzybkowy, dławnica mieszkowa przyłącza kołnierzowe PN-EN1092-1 przyłga B1	80	16	5	180	2
5	Osadnik zanieczyszczeń typu Y przyłącza kołnierzowe PN-EN1092-1 przyłga B1	80	16	5	180	1
6	Zawór odcinający grzybkowy, dławnica mieszkowa z grzybem regulacyjnym o kvs z zakresu <b>28-40 m3/h</b> przyłącza kołnierzowe PN-EN1092-1 przyłga B1	50	16	5	180	1
7	Zawór odcinający grzybkowy, dławnica mieszkowa z grzybem regulacyjnym o kvs z zakresu 80-100 m3/h przyłącza kołnierzowe PN-EN1092-1 przyłga B1	80	16	5	180	2
8	Zawór zwrotny między-kołnierzowy PN-EN1092-1 przyłga B1 (korpus stal węglowa lub nierdzewna)	80	16	5	180	1
9	Zawór odcinający grzybkowy, dławnica mieszkowa z grzybem regulacyjnym o kvs z zakresu 28-40 m3/h przyłącza kołnierzowe PN-EN1092-1 przyłga B1	32	16	0,5	180	1
10	Zawór zwrotny między-kołnierzowy PN-EN1092-1 przyłga B1 (korpus stal węglowa lub nierdzewna)	65	16	6	180	1
11	Czujnik ciśnienia różnicowego Zakres pomiarowy 0-20kPa wyjście pomiarowe 4...20mA proporcjonalne do różnicy ciśnień	M20x1,5	16	0,5	111	1
12	Wodowskaz magnetyczny (istniejący) c-to-c dystans: 2000mm przyłącza procesowe 2x kołnierz DN20 PN16 korek spustowy	2x DN20	16	0,5	180	1
13	Zawór odcinający grzybkowy, dławnica mieszkowa przyłącza kołnierzowe PN-EN1092-1 przyłga B1	20	16	0,5	180	4
14	Przyłącza pomiarowe dla czujnika różnicy ciśnień z orurowaniem impulsowym i naczyniem zabezpieczenia wodnego dla górnego przyłącza	2x DN20	16	0,5	180	1
15	Manometr fi 160 zakres pomiarowy 0-1,0barg, z zaworem manometrycznym (z odpowietrzeniem) z rurką manometryczną typ U przyłącze gwintowe M20x1,5	M20x1,5	16	0,5	180	1
16	Czujnik i przetwornik ciśnienia zakres pomiarowy 0-1,0barg, sygnał wyjściowy 4...20mA, dwuprzewodowy, z zaworem manometrycznym (z odpowietrzeniem) z rurką manometryczną typ U przyłącze gwintowe M20x1,5	M20x1,5	16	0,5	180	1

Poz.	Specyfikacja	DN	PN	PS	TS	Ilość
17	Zawór bezpieczeństwa sprężynowy pełno-skokowy DN100/150 lub DN125/200 (zależnie od producenta) ciśnienie nastawy 0,5 barg przyłącza kołnierzowe PN-EN1092-1 przyłga B1	100/150 lub 125/200	16	0,5	180	1
18	Zawór zwrotny między-kołnierzowy PN-EN1092-1 przyłga B1 (korpus stal węglowa lub nierdzewna)	100	16	0,5	180	1
19	Termometr bimetalowy fi100mm zakres pomiarowy 0-200°C, z osłoną czujnika ze stali nierdzewnej długość pomiarowa 500mm	M20x1,5	16	0,5	111	1
20	Czujnik 2xPt100 z jednym przetwornikiem temperatury, zakres pomiarowy 0-150°C, sygnał wyjściowy 4...20mA, dwuprzewodowy z osłoną czujnika ze stali nierdzewnej długość pomiarowa 500mm	M20x1,5	16	0,5	111	1
21	Zawór odcinający grzybkowy (lub kulowy / lub przepustnica) charakterystyka szybko-otwierająca przyłącza kołnierzowe PN-EN1092-1 przyłga B1 czynnik: woda z siłownikiem pneumatycznym przy zaniku zasilania pow. ster. sprężyna zamyka ciśnienie powietrza sterującego 4 barg wyposażenie: - 3/2 drogowy zawór elektromagnetyczny sterujący - stacyjka redukcyjno-filtrująca powietrza	80	16	0,5	111	1
22	Zawór odcinający kulowy przyłącza kołnierzowe PN-EN1092-1 przyłga B1	80	16	0,5	111	1
23	Zawór odcinający kulowy przyłącza kołnierzowe PN-EN1092-1 przyłga B1	50	16	0,5	111	1
24	Zawór odcinający kulowy przyłącza kołnierzowe PN-EN1092-1 przyłga B1 stal nierdzewna	½"	16	6	111	3
25	Zawór zwrotny między-kołnierzowy PN-EN1092-1 przyłga B1 (korpus stal węglowa lub nierdzewna)	50	40	20	180	1
26	Zawór odcinający grzybkowy, dławnica mieszkowa przyłącza kołnierzowe PN-EN1092-1 przyłga B1	50	40	20	180	1
27	Zawór zwrotny między-kołnierzowy PN-EN1092-1 przyłga B1 (korpus stal węglowa lub nierdzewna)	50	16	0,5	180	1
28	Zawór odcinający grzybkowy, dławnica mieszkowa przyłącza kołnierzowe PN-EN1092-1 przyłga B1	50	16	0,5	180	1

Poz.	Specyfikacja	DN	PN	PS	TS	Ilość
29	Zawór regulacyjny charakterystyka stałoprocentowa przyłącza kołnierzowe PN-EN1092-1 przyłga B1 czynnik: para wodna Współczynnik przepływu kvs z zakresu 20 do 30 m3/h zależnie od producenta z siłownikiem pneumatycznym przy zaniku zasilania pow. ster. sprężyna zamyka ciśnienie powietrza sterującego 4 barg wyposażenie: - pozycjoner elektropneumatyczny cyfrowy 4..20mA - stacyjka redukcyjno-filtrująca powietrza	50	16	0,5	180	1
30	Osadnik zanieczyszczeń typu Y przyłącza kołnierzowe PN-EN1092-1 przyłga B1	50	16	0,5	180	1
31	Zawór odcinający grzybkowy, dławnica mieszkowa przyłącza kołnierzowe PN-EN1092-1 przyłga B1	50	16	0,5	180	1
32	Szafa sterująca systemu zbiornika wody zasilającej z pełnym odgazowaniem termicznym	-	-	-	-	1

Urządzenia z deklaracją zgodności i znakiem CE zgodnie z dyrektywą 2014/68/UE (w zakresie wymaganym prawem).



#### 4. Analiza przekazanych informacji o zaworach regulacyjnych dopływu pary do procesu odgazowania

Informacje dotyczące przekazanych propozycji w zakresie producentów/dostawców ofert zaworów regulacji dopływu pary do procesu odgazowania zebrano w formie tabelarycznej w tabeli 2, a następnie omówiono. Proces analizy doboru tylko pod kątem użytkowo/technicznym, analiza handlowa poza zakresem analizy.

Tabela 2. Podstawowe cechy oferowanych zaworów regulacyjnych

Producent	POLNA	ARI	OMC (Steamex)
Typ	Z-1D470P3-250-20-6-12	32.448	VD10
DN	65	65	65
PN	16	16	16
Materiał korpusu	1.0619 staliwo węglowe	1.0619 staliwo węglowe	EN-GJS-400-18 żeliwo sferoidalne
Materiał części wewnętrznych regulacyjnych	1.4057 utwardzany – ulepszanie cieplne	1.4021 hartowany	1.4401 (AISI 316)
Uszczelnienie dławnicy	Grafit	PTFE/Grafit	PTFE/Grafit
Kvs m <sup>3</sup> /h	40	40	43,25 (cv=50)
Punkt pracy min	31,53	20	36
Punkt pracy maks	86,5	81,5	77
Poziom hałasu	77,5	83	74
Inne cechu	-	grzyb niskosumowy	-
Siłownik	pneumatyczny	pneumatyczny	pneumatyczny
Ciśnienie powietrza	4 barg	4-6 barg	Brak danych
Sprężyna zamyka	Tak	Tak	Tak
Pozycjoner	4..20mA	4...20mA	4...20mA
Stacyjka red.filtr powietrza	Tak	Tak	Tak

Wszystkie zaoferowane zawory spełniają wymagania ruchowe w zakresie dopuszczalnym. Zakres regulacji mieści się w zalecanych obszarach. Podstawowe różnice to:

- zawór OMC wykonany z żeliwa sferoidalnego, zawory pozostałych oferentów ze staliwa węglowego (oba materiały spełniają wymagania, zazwyczaj zawory ze staliwa węglowego charakteryzują się wyższą żywotnością korpusów i odpornością w przypadku występowania uderzeń wodnych, zawór z żeliwa powinien być tańszy)
- zawór OMC ma części wewnętrzne regulacyjne wykonane ze stali nierdzewnej 1.4401, która nie jest utwardzana, pozostali oferenci zaproponowali materiały utwardzane – zastosowany materiał o podwyższonej twardości powierzchni zapewni wydłużoną żywotność w przypadku pracy z czynnikiem przepływającym z dużymi prędkościami przez dyszę

- poziom hałasu <85dBA, nie jest zrozumiałe czemu ARI zaproponowało grzyb niskosumowy, podnosi to cenę, a raczej nie jest konieczne w tym zastosowaniu
- w przypadku zaworu OMC brak danych o wymaganym ciśnieniu powietrza sterującego

Podsumowując: wszystkie oferowane zawory spełniają wymagania stawiane przez system w miejscu ich zastosowania z uwagami podanymi powyżej.

## 5. Dobór zaworu bezpieczeństwa

Zawór bezpieczeństwa zbiornika wody zasilającej został dobrany dla zapewnienia całkowitego zrzutu pary, która może zostać doprowadzona do systemu z uwzględnieniem procesu odparowania części wody. Ciśnienie nastawy zaworu bezpieczeństwa 0,5 bar(man). Obliczenia przepustowości zaworu bezpieczeństwa zgodnie z WUDT-UC-03-WO-A/01.

Dobór zaworu bezpieczeństwa został przeprowadzony dla przypadku maksymalnej podaży pary o parametrach 5barg 180°C przez jeden z powyżej omówionych zaworów regulacyjnych doprowadzenia pary (przyjęto największy współczynnik przepływu  $kv=43,25 \text{ m}^3/\text{h}$ ) z uwzględnieniem odparowania części wody w zbiorniku. Przyjęto, że współczynnik przepływu zaworu obejścia (poz.6) zaworu regulacyjnego jest równy lub mniejszy od współczynnika przepływu zaworu regulacyjnego oraz, że zawór obejścia będzie zabezpieczony przed możliwością nieuprawnionego otwarcia – dzięki temu możliwy jest dobór mniejszego i tańszego zaworu bezpieczeństwa na strumień maksymalny pary przepływającej tylko przez zawór regulacyjny.

Dobrano wariantowo dwa typy zaworów bezpieczeństwa:

- zawór bezpieczeństwa firmy ZETKAMA-ARMAK typu Si6301 **DN125/200** PN16/10 ciśnienie nastawy 0,5 barg - arkusz doboru zaworu bezpieczeństwa w załączniku 3a
- zawór bezpieczeństwa firmy ARI typu 12.902 **DN100/150** PN16 ciśnienie nastawy 0,5 barg - arkusz doboru zaworu bezpieczeństwa w załączniku 3b

## 6. Założenia konstrukcyjne

Dla umożliwienia rozmów z potencjalnymi dostawcami kolumny odgazowywacza oraz zbiornika wody zasilającej zostały przygotowane wstępne rysunki założeniowo-koncepcyjne:

- Rysunek gabarytowo-montażowy z podstawowymi wymiarami oraz propozycją rozmieszczenia króćców przyłączyowych – załącznik 4
- Rysunek koncepcyjny sposobu wykonania wkładu kolumny odgazowywacza termicznego – załącznik 5

## 7. Załączniki

Załącznik 1	Schemat PID technologii procesu odgazowania termicznego – edycja 2
Załącznik 2	Podstawowy arkusz obliczeniowy
Załącznik 3	Arkusz doboru zaworu bezpieczeństwa
Załącznik 4	Rysunek gabarytowo-montażowy kolumny odgazowywacza termicznego i zbiornika wody zasilającej – edycja 4
Załącznik 5	Rysunek koncepcyjny wkładu kolumny odgazowywacza

Opracowanie: Krzysztof Szalucki

