

Narodowa Agencja Poszanowania Energii S.A.  
Oddział w Białymstoku ul. Pułaskiego 17 lok. U2

*Termomodernizacja budynku Zespołu Szkół w  
Kalinówce Kościelnej -*

**PROJEKT REMONTU  
KOTŁOWNI**

**FAZA :** PROJEKT WYKONAWCZY  
**OBIEKT :** Zespół Szkół  
Kalinówka Kościelna 36  
19-120 Knyszyn  
**INWESTOR :** Gmina Knyszyn  
ul. Rynek 39  
19-120 Knyszyn  
**AUTOR :** mgr inż. Barbara Stempniak  
**OPRACOWAŁ** dr inż. Andrzej Stempniak

**S P I S T R E Ś C I:**

- |                                    |            |
|------------------------------------|------------|
| 1. Opis techniczny                 |            |
| 2. Obliczenia i dobór urządzeń     |            |
| 3. Schemat technologiczny kotłowni | Rys. nr 1. |
| 4. Rzut kotłowni 1 : 50            | Rys. nr 2. |
| 5. Przekroje kotłowni 1 : 50       | Rys. nr 3. |

Białystok, kwiecień 2014 r.

## **OPIS TECHNICZNY**

### **1. Temat i zakres opracowania**

Tematem opracowania jest projekt wykonawczy remontu istniejącej kotłowni węglowej, która jest źródłem ciepła dla instalacji centralnego ogrzewania w budynku Zespołu Szkół oraz w budynku Sali gimnastycznej w Kalinówce Kościelnej. Ze względu na bardzo zły stan techniczny urządzeń w istniejącej kotłowni należy je w całości zdemontować. Pomieszczenie kotłowni należy objąć całkowitym remontem budowlanych (remont posadzki, ścian, sufitu, stolarki okiennej i drzwiowej). W wyremontowanym pomieszczeniu należy zamontować nową kotłownię o parametrach pracy dostosowanych do aktualnych potrzeb instalacji odbiorczych.

Zgodnie z zaleceniem inwestora zmodernizowana kotłownia powinna być przystosowana do spalania ekogroszku i peletów oraz powinna być wyposażona w dwie jednostki kotłowe – w celu zwiększenia niezawodności ciągłości produkcji energii cieplnej.

### **2. Podstawa opracowania**

Podstawą wykonania projektu były:

- Zlecenie inwestora,
- „Projekt modernizacji instalacji c.o. w Zespole Szkół w Kalinówce Królewskiej” NAPE S.A., Białystok 2006 r.,
- „Projekt przyłączy i instalacji sanitarnych dla Sali gimnastycznej przy Zespole Szkół w Kalinówce Królewskiej” Pracownia Projektowa SUSZYŃSKI, Augustów, 2006 r.,
- „Audyt energetyczny budynku Zespołu Szkół w Kalinówce Kościelnej”, NAPE S.A., Białystok 2014 r.,
- Oględziny i inwentaryzacja istniejącej kotłowni;
- Polskie Normy i wytyczne projektowania.

### **3. Dane wyjściowe do projektu**

#### **3.1. Dane obliczeniowe dotyczące budynku Zespołu Szkół**

- |  |  |
|--|--|
| - zapotrzebowanie na moc cieplną na cele c.o.: | $Q_{co} = 52,5 \text{ kW}$ ,                 |
| - parametry pracy instalacji c.o.:             | $t_z/t_p = 80/60 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , |
| - wymagane ciśnienie dyspozycyjne:             | $\Delta p_{co} = 25 \text{ kPa}$ ;           |

### 3.2. Dane obliczeniowe dotyczące budynku Sali gimnastycznej

- |  |  |
|--|--|
| - zapotrzebowanie na moc cieplną na cele c.o.:       | $Q_{co} = 40,5 \text{ kW}$ ,               |
| - zapotrzebowanie na moc cieplną na cele wentylacji: | $Q_w = 30,5 \text{ kW}$ ,                  |
| - zapotrzebowanie na moc cieplną na cele c.w.u.:     | $Q_{cw} = 39,0 \text{ kW}$ ,               |
| - parametry pracy instalacji c.o.:                   | $t_z/t_p = 80/60 \text{ }^\circ\text{C}$ , |
| - wymagane ciśnienie dyspozycyjne:                   | $\Delta p_{co} = 24,5 \text{ kPa}$         |

### 3.3. Dane obliczeniowe dla kotłowni

- |   |  |
|---|--|
| - łączne zapotrzebowanie na moc cieplną na cele c.o.: | $Q_{co} = 93,0 \text{ kW}$ ,               |
| - zapotrzebowanie na moc cieplną na cele wentylacji:  | $Q_w = 30,5 \text{ kW}$ ,                  |
| - zapotrzebowanie na moc cieplną na cele c.w.u.:      | $Q_{cw} = 39,0 \text{ kW}$ ,               |
| - parametry pracy instalacji c.o.:                    | $t_z/t_p = 80/60 \text{ }^\circ\text{C}$ , |
| - maksymalne wymagane ciśnienie dyspozycyjne:         | $\Delta p_{co} = 25,0 \text{ kPa}$ .       |

Dla projektowanej kotłowni przyjęto, że podgrzew c.w.u. w budynku Sali gimnastycznej będzie realizowany z tzw. priorytetowym podgrzewem c.w.u. - czyli będzie się odbywał kosztem obniżenia dostawy ciepła do instalacji c.o. Stąd docelowe zapotrzebowanie na moc cieplną kotłów, w projektowanej kotłowni, będzie wynosiło:

$$Q_k = Q_{co} + Q_w = 93,0 + 30,5 = 123,5 \text{ kW}$$

## 4. Opis projektowanej kotłowni

### 4.1. Kotły

Dla pokrycia obliczeniowego zapotrzebowania na moc cieplną na cele c.o. i wentylacji (w wysokości łącznej  $Q_k = 123,5 \text{ kW}$ ), z uwzględnieniem zaleceń inwestora oraz bardzo wąskiej klatki schodowej do piwnicy (szerokość tylko 1,0 m), zaprojektowano dwa kotły firmy KLIMOSZ typu Klimosz DUO 75 o następujących parametrach technicznych:

#### Dane techniczne kotła Klimosz DUO 75:

- |  |                       |                   |
|--|-----------------------|-------------------|
| - Moc nominalna:   | ekogroszek – 76,8 kW, | pelety – 66,3 kW; |
| - Sprawność:   | ekogroszek – 83,7 %,  | pelety – 80,7 %;  |
| - Pojemność zasobnika paliwa:                                      | 505 dm <sup>3</sup> ; |                   |
| - Temperatura spalin:  | 120 - 220 °C;         |                   |
| - Maksymalne ciśnienie robocze:                                    | 2 bary;               |                   |
| - Maksymalna temperatura wody:                                     | 95 °C;                |                   |
| - Minimalna temperatura wody:                                      | 50 °C;                |                   |
| - Opory przepływu wody ( $\Delta t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ): | 20 – 30 mbar;         |                   |
| - Wymagany ciąg kominowy:  | 23 - 30 Pa;           |                   |

- Pojemność wodna: 195 dm<sup>3</sup>;
- Powierzchnia grzewcza kotła: 8,1 m<sup>2</sup>;
- Średnica wylotu spalin: 200 mm;
- Przyłącza wody grzewczej i powrotnej: 2" (tj. Dn 50);
- Masa kotła: 940 kg;
- Zasilanie elektryczne: 230 V / 50 Hz;
- Wymiary kotła (wys. x szer. x głęb.): 1760 x 800 x 864 mm;
- Wymiary zbiornika (wys. x szer. x głęb.): 1522 x 848 x 820 mm;
- Zabezpieczenie kotła: system otwarty lub zamknięty.

Przy zamkniętym systemie zabezpieczenia kotła konieczne jest zastosowanie (zgodnie z wymaganiami producenta) następujących urządzeń:

- zaworu bezpieczeństwa na ciśnienie otwarcia 2 bary;
- zaworu zabezpieczającego przed przegrzaniem wody w kotle typu np. DBV – 1 firmy Regulus;
- zamkniętego naczynia wzbiorczego.

Ponadto kotły powinny być zabezpieczone przed zbyt niską temperaturą wody powrotnej, a zbiornik paliwa (przy stosowaniu peletów) musi posiadać zabezpieczenie przed cofnięciem się ognia do zbiornika. Zgodnie z zaleceniami producenta, powyższe zabezpieczenia, powinny być zrealizowane za pomocą następujących urządzeń:

- dla regulacji temperatury wody powrotnej należy zastosować zawór mieszający, czterodrogowy firmy ESBE typ ESBE 4D 2" GZ VRG142 z siłownikiem elektrycznym typu ESBE ARA 661;
- dla zabezpieczenia zbiornika paliwa należy zastosować termostatyczny zawór zabezpieczający typu WATTS STS 20.S.

Do regulacji parametrów pracy kotłów typu Klimosz DUO 75 stosowany jest regulator typu PREMIUM PID NG, który może współpracować z następującymi czujnikami temperatury:

- czujnik wody w kotle;
- czujnik wody powrotnej;
- czujnik podajnika;
- czujnik mieszacza c.o. 1;
- czujnik mieszacza c.o. 2;
- czujnik temperatury zewnętrznej;
- czujnik c.w.u.

Regulator ten umożliwia regulację parametrów pracy dwóch instalacji c.o. według indywidualnych krzywych grzania – realizowaną za pomocą dwóch mieszaczy.

Każdy z zaprojektowanych kotłów powinien być wyposażony w komplet własnych urządzeń zabezpieczających oraz własny regulator w celu umożliwienia eksploatacji tylko jednego, wybranego kotła.

#### **4.2. Zabezpieczenie kotłów i instalacji grzewczych**

##### **a). Zawory bezpieczeństwa dla kotłów**

Dla każdego kotła zaprojektowano zawór bezpieczeństwa firmy SYR typu 1915 o  $D_n = 25 \text{ mm}$  i  $d_o = 20 \text{ mm}$ . Nastawa ciśnienia 2 bary.

##### **b). Naczynie wzbiorncze dla zabezpieczenia instalacji c.o.**

Dla zabezpieczenia instalacji c.o. przed przyrostem objętości wody zaprojektowano zamknięte naczynie wzbiorncze firmy Reflex typu NG 80 o pojemności nominalnej  $V_n = 80 \text{ dm}^3$ . Naczynie należy połączyć z instalacją c.o. rurą wzbiornczą o średnicy  $d_n = 25 \text{ mm}$ .

##### **c). Zabezpieczenie kotłów przed zbyt niską temperaturą wody powrotnej**

Zgodnie z zaleceniami producenta kotłów, dla ich zabezpieczenia przed zbyt niską temperaturą wody powrotnej oraz dla regulacji „pogodowej” temperatury wody zasilającej instalację, zaprojektowano dwa zawory mieszające, czterodrogowe (po jednym dla każdego kotła) firmy ESBE typu ESBE 4D 2" GZ VRG142 o średnicy  $D_n = 50 \text{ mm}$  i współczynniku  $K_{vs} = 40 \text{ m}^3/\text{h}$ . Opory hydrauliczne zaworów mieszających będą wynosiły (przy maksymalnym wykorzystaniu mocy cieplnej kotła  $Q_k = 75 \text{ kW}$  i przepływie wody  $G_k = 3222 \text{ kg/h}$ )  $\Delta p = 0,65 \text{ kPa}$ . Zawory należy wyposażyć w siłowniki elektryczne firmy ESBE typu ESBE ARA 661.

##### **d). Zabezpieczenie zbiorników paliwa przed cofnięciem się ognia do zbiornika**

Zgodnie z zaleceniem producenta dla kotłów o mocach cieplnych od 50 kW w ww. konieczne jest zaprojektowanie zaworu termostatycznego, który będzie zalewał paliwo w zbiorniku przykotelowym po przekroczeniu zadanej temperatury, która będzie świadczyła o cofnięciu się ognia do zbiornika paliwa. W związku z tym zaprojektowano zawór termostatyczny, zabezpieczający typu WATTS STS 20.S (G 1½"), który należy zamontować przy każdym zbiorniku paliwa na doprowadzeniu od nich wody. Czujniki temperatury powinny być zamontowane w odpowiednich miejscach zbiorników.

##### **e). Zabezpieczenie kotłów przed przegrzaniem**

Zgodnie z zaleceniem producenta kotłów, przy zastosowaniu zamkniętego systemu zabezpieczającego, należy zabezpieczyć kotły przed możliwością przegrzania wody i kotła. W tym celu zaprojektowano, dla każdego kotła, zawór termostatyczny, zabezpieczający firmy Regulus typu DVB – 1 (G ¾"). Do

zaprojektowanych zaworów należy doprowadzić przewody wody zimnej oraz wykonać pozostałe podłączenia zgodnie z częścią rysunkową projektu.

#### **f). Zabezpieczenie przed zanieczyszczeniami mechanicznymi**

Dla dokładnego oczyszczania wody kotłowej zaprojektowano filtr o liczbie oczek  $600/\text{cm}^2$  firmy Polna typu FS-1 o  $\text{dn} = 40 \text{ mm}$  i  $\text{kv} = 32 \text{ m}^3/\text{h}$ . Filtr należy zamontować na powrocie wody instalacyjnej z budynku Zespołu Szkół ( $G_{\text{co}} = 2255 \text{ kg/h}$ ). Opory hydrauliczne na filtrze będą wynosiły  $\Delta p = 0,50 \text{ kPa}$ .

Instalacja w budynku Sali gimnastycznej jest wyposażona w filtr, który będzie dalej eksploatowany.

#### **4.3. Odprowadzenie spalin**

Do odprowadzenia spalin z kotłów zaprojektowano kominy i czopuchy (dla każdego kotła) typu MKS o średnicy  $\text{Dn} = 200 \text{ mm}$ . Wysokość komina wynosi około  $12 \text{ m}$  i zapewnia wymagany ciąg kominowy. Czopuchy należy zaizolować matami z wełny mineralnej gr.  $50 \text{ mm}$  z powłoką aluminiową.

#### **4.4. Pompy obiegowe**

Dla zapewnienia obiegu czynnika grzejącego w instalacji c.o. dla Zespołu Szkół zaprojektowano dwie pompy (w tym jedną rezerwową) firmy GRUNDFOS typu Magna 32 - 80 o parametrach pracy:  $G_p = 2,5 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $H_p = 3,5 \text{ m H}_2\text{O}$ ,  $P = 10 - 140 \text{ W}$ ,  $I = 0,10 - 1,01 \text{ A}$ ,  $U = 1 \times 230 \text{ V} / 50 \text{ Hz}$ .

Natomiast w instalacji c.o., dla Sali gimnastycznej, będzie wykorzystywana istniejąca pompa obiegowa typu UPE 32 – 120F.

#### **4.5. Wentylacja kotłowni**

W pomieszczeniu kotłowni zaprojektowano kanał "Zetowy" nawiewny o wymiarach  $300 \times 150 \text{ mm}$ , z blachy stalowej ocynkowanej. Zewnętrzna kratka wlotowa do kanału powinna być usytuowana na wysokości ok.  $2 \text{ m}$  nad terenem, natomiast kratka nawiewna powinna być usytuowana na wysokości ok.  $0,5 \text{ m}$  nad posadzką kotłowni. Ponadto w pomieszczeniu należy zamontować kanał wywiewny o wymiarach  $200 \times 100 \text{ mm}$ , który powinien być usytuowany pod stropem pomieszczenia kotłowni. Wloty i wyloty powietrza z kanałów powinny być wyposażone w kratki wentylacyjne typu SHR firmy ALNOR.

#### **4.6. Rurociągi i armatura**

Rurociągi instalacji technologicznej kotłowni należy wykonać z rur stalowych czarnych (wg PN - 74/H – 74200) łączonych przez spawanie. Na przewodach tych należy stosować armaturę dla temperatury  $100^\circ\text{C}$  i ciśnienia  $0,6 \text{ MPa}$ .

#### **4.7. Próby szczelności**

Po wykonaniu kotłowni należy przeprowadzić próbę ciśnieniową połączeń przewodów i armatury wodą zimną o ciśnieniu 6 bar.

**Uwaga: na okres próby ciśnieniowej przewodów należy odłączyć kotły, gdyż dopuszczalne ciśnienie dla nich wynosi 2,0 bary !**

#### **4.8. Izolacja rurociągów**

Po wykonaniu próby szczelności i sprawdzeniu wszystkich połączeń rurociągi stalowe należy oczyścić i pomalować farbą antykorozyjną (termoodporną). Na tak przygotowane powierzchnie należy zamontować izolację termiczną firmy Paroc typu Paroc Hvac Section GreyCoat o następujących grubościach (zgodnie z WT 2008):

φ 65	grubość 70 mm;
φ 50	grubość 60 mm;
φ 40	grubość 50 mm;

Ponadto czopuchy kotłów należy zaizolować matami z wełny mineralnej firmy PAROC typu PAROC Pro Wired Mat 80 AluCoat o gr. 100 mm. Maty te są przeznaczone do izolacji powierzchni wysokotemperaturowych i posiadają pokrycie zewnętrzne z folii aluminiowej.

#### **4.9. Wytyczne dla instalacji elektrycznej i robót budowlanych**

##### **a). Wymagania dla instalacji elektrycznej**

Dla zasilania wyposażenia kotłów (tj. wentylatora, podajnika ślimakowego, regulatora kotłowego, itp.) i innych urządzeń zainstalowanych w kotłowni (tj. pompy obiegowe, siłowniki zaworów regulacyjnych, itp.) w energię elektryczną należy, zgodnie z zaleceniami producenta kotłów, wykonać niezależną instalację elektryczną. Instalacja ta powinna posiadać własny wyłącznik główny oraz odpowiednie zabezpieczenia. Ponadto instalacja ta powinna być wyposażona w urządzenia typu UPS dla podtrzymania zasilania kotłowni w przypadku awarii zewnętrznego zasilania Zespołu Szkół w energię elektryczną.

##### **b). Wymagania dla robót budowlanych**

Ze względu na bardzo zły stan powierzchni wewnętrznych przegród pomieszczenia kotłowni (tj. ścian, sufitu i posadzki) konieczne jest wykonanie remontu kapitalnego tych powierzchni, który powinien obejmować: skucie istniejących tynków i posadzki, wykonanie nowych tynków z wyrównaniem i wygładzeniem ich powierzchni, wykonanie nowej posadzki z wyrównaniem i wygładzeniem jej powierzchni, pomalowania dwukrotnego ścian i sufitu farbą emulsyjną. Wstawienie okien, w pomieszczeniu kotłowni, w celu spełnienia wymogu

zapewnienia oświetlenia naturalnego tego typu pomieszczeń. Wykonanie nowych fundamentów pod kotły i zbiorniki paliwa. Wyremontowanie (wykonanie) studzienki schładzającej z systemem odprowadzania wody do kanalizacji.

Obecny skład opału posiada podłogę na wysokości ok. 1 m nad posadzką w kotłowni. Podłogi te należy wyrównać przez pogłębienie magazynu paliwa i wykonanie nowej podłogi na poziomie wyrównanym z podłogą w pomieszczeniu kotłowni. Sufit i powierzchnie ścian wewnątrz magazynu paliwa należy otynkować i pomalować dwukrotnie farbą emulsyjną. Paliwo powinno być składowane w workach układanych warstwami do wysokości zalecanych przez producenta paliwa. Dla pożarowego oddzielenia magazynu paliwa od kotłowni należy w powiększonym otworze drzwiowym zamontować drzwi stalowe otwierane do pomieszczenia kotłowni. W miejscu okna należy wykonać prawidłowy zsyp paliwa, który powinien posiadać zabezpieczenie przed opadami atmosferycznymi oraz kradzieżą.

#### **UWAGI:**

- 1. Całość prac związanych z budową kotłowni należy wykonać zgodnie z „Warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlano – montażowych” cz. II.**
- 2. Wszystkie urządzenia technologiczne zastosowane w kotłowni powinny posiadać certyfikaty, znak bezpieczeństwa typu B lub deklarację zgodności. Powinny być poddawane okresowym przeglądom i kontroli – zgodnie z zaleceniami producenta.**
- 3. Dopuszcza się zastosowanie urządzeń i armatury innych producentów pod warunkiem, że ich parametry techniczne będą odpowiadały parametrom zaprojektowanych urządzeń.**

Autor opracowania:  
mgr inż. Barbara Stempniak



# **OBLICZENIA I DOBÓR URZĄDZEŃ**

## **1. Dane wyjściowe**

### **1.1. Dane obliczeniowe dotyczące budynku Zespołu Szkół**

- zapotrzebowanie na moc cieplną na cele c.o.:  $Q_{co} = 52,5 \text{ kW}$ ,
- parametry pracy instalacji c.o.:  $t_z/t_p = 80/60 \text{ }^\circ\text{C}$ ,
- wymagane ciśnienie dyspozycyjne:  $\Delta p_{co} = 25 \text{ kPa}$ ;

### **1.2. Dane obliczeniowe dotyczące budynku Sali gimnastycznej**

- zapotrzebowanie na moc cieplną na cele c.o.:  $Q_{co} = 40,5 \text{ kW}$ ,
- zapotrzebowanie na moc cieplną na cele wentylacji:  $Q_w = 30,5 \text{ kW}$ ,
- zapotrzebowanie na moc cieplną na cele c.w.u.:  $Q_{cw} = 39,0 \text{ kW}$ ,
- parametry pracy instalacji c.o.:  $t_z/t_p = 80/60 \text{ }^\circ\text{C}$ ,
- wymagane ciśnienie dyspozycyjne:  $\Delta p_{co} = 24,5 \text{ kPa}$

### **1.3. Dane obliczeniowe dla kotłowni**

- łączne zapotrzebowanie na moc cieplną na cele c.o.:  $Q_{co} = 93,0 \text{ kW}$ ,
- zapotrzebowanie na moc cieplną na cele wentylacji:  $Q_w = 30,5 \text{ kW}$ ,
- zapotrzebowanie na moc cieplną na cele c.w.u.:  $Q_{cw} = 39,0 \text{ kW}$ ,
- parametry pracy instalacji c.o.:  $t_z/t_p = 80/60 \text{ }^\circ\text{C}$ ,
- maksymalne wymagane ciśnienie dyspozycyjne:  $\Delta p_{co} = 25,0 \text{ kPa}$ .

Dla projektowanej kotłowni przyjęto, że podgrzew c.w.u. w budynku Sali gimnastycznej będzie realizowany z tzw. priorytetowym podgrzewem c.w.u. - czyli będzie się odbywał kosztem obniżenia dostawy ciepła do instalacji c.o. Stąd docelowe zapotrzebowanie na moc cieplną kotłów, w projektowanej kotłowni, będzie wynosiło:

$$Q_k = Q_{co} + Q_w = 93,0 + 30,5 = 123,5 \text{ kW}$$

## **2. Dobór urządzeń technologicznych**

### **2.1. Dobór kotłów**

Dla pokrycia obliczeniowego zapotrzebowania na moc cieplną na cele c.o. i wentylacji (w wysokości łącznej  $Q_k = 123,5 \text{ kW}$ ), z uwzględnieniem zaleceń inwestora oraz bardzo wąskiej klatki schodowej do piwnicy (szerokość tylko 1,0 m), zaprojektowano dwa kotły firmy KLIMOSZ typu Klimosz DUO 75 o następujących parametrach technicznych:

- Moc nominalna: ekogroszek – 76,8 kW, pelety – 66,3 kW;

- Sprawność: ekogroszek – 83,7 %, pelety – 80,7 %;
- Pojemność zasobnika paliwa: 505 dm<sup>3</sup>;
- Temperatura spalin: 120 - 220 °C;
- Maksymalne ciśnienie robocze: 2 bary;
- Maksymalna temperatura wody: 95 °C;
- Minimalna temperatura wody: 50 °C;
- Opory przepływu wody ( $\Delta t = 20\text{ °C}$ ): 20 – 30 mbar;
- Wymagany ciąg kominowy: 23 - 30 Pa;
- Pojemność wodna: 195 dm<sup>3</sup>;
- Powierzchnia grzewcza kotła: 8,1 m<sup>2</sup>;
- Średnica wylotu spalin: 200 mm;
- Przyłącza wody grzewczej i powrotnej: 2" (tj. Dn 50);
- Masa kotła: 940 kg;
- Zasilanie elektryczne: 230 V / 50 Hz;
- Wymiary kotła (wys. x szer. x głęb.): 1760 x 800 x 864 mm;
- Wymiary zbiornika (wys. x szer. x głęb.): 1522 x 848 x 820 mm;
- Zabezpieczenie kotła: system otwarty lub zamknięty.

Przy zamkniętym systemie zabezpieczenia kotła konieczne jest zastosowanie (zgodnie z wymaganiami producenta) następujących urządzeń:

- zaworu bezpieczeństwa na ciśnienie otwarcia 2 bary;
- zaworu zabezpieczającego przed przegrzaniem wody w kotle typu np. DBV – 1 firmy Regulus;
- zamkniętego naczynia wzbiorczego.

Ponadto kotły powinny być zabezpieczone przed zbyt niską temperaturą wody powrotnej a zbiornik paliwa (przy stosowaniu peletów) musi posiadać zabezpieczenie przed cofnięciem się ognia do zbiornika. Zgodnie z zaleceniami producenta, powyższe zabezpieczenia, powinny być zrealizowane za pomocą następujących urządzeń:

- dla regulacji temperatury wody powrotnej należy zastosować zawór mieszający, czterodrogowy firmy ESBE typ ESBE 4D 2" GZ VRG142 z siłownikiem elektrycznym typu ESBE ARA 661;
- dla zabezpieczenia zbiornika paliwa należy zastosować termostatyczny zawór zabezpieczający typu WATTS STS 20.S.

Do regulacji parametrów pracy kotłów typu Klimosz DUO 75 stosowany jest regulator typu PREMIUM PID NG, który może współpracować z następującymi czujnikami temperatury:

- czujnik wody w kotle;
- czujnik wody powrotnej;
- czujnik podajnika;
- czujnik mieszacza c.o. 1;

- czujnik mieszacza c.o. 2;
- czujnik temperatury zewnętrznej;
- czujnik c.w.u.

Regulator ten umożliwia regulację parametrów pracy dwóch instalacji c.o. według indywidualnych krzywych grzania – realizowaną za pomocą dwóch mieszaczy.

Każdy z zaprojektowanych kotłów powinien być wyposażony w komplet własnych urządzeń zabezpieczających oraz własny regulator w celu umożliwienia eksploatacji tylko jednego, wybranego kotła.

## **2.2. Dobór zabezpieczenia kotłów i instalacji grzewczych**

### **a). Dobór zaworu bezpieczeństwa dla kotła**

Zgodnie z PN-EN ISO 4126-1: 2007 wymagane pole przekroju siedliska zaworu bezpieczeństwa określa zależność:

$$A = \frac{Q_m}{1,61 \cdot K_{dr} \cdot K_v \cdot \sqrt{(p_o - p_b)} \cdot \rho} \quad [mm^2]$$

gdzie:

$Q_m = G_k = 3222 \text{ kg/h}$  – maksymalny przepływ wody przez kocioł;

$$G_k = \frac{Q_k \cdot 3600}{\Delta t \cdot c_p} = \frac{75 \cdot 3600}{20 \cdot 4,19} = 3222 \text{ kg/h}$$

$\Delta t = 80 - 60 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$  – obliczeniowa różnica temperatur wody grzejnej;

$c_p = 4,19 \text{ kJ/kgK}$  – średnie ciepło właściwe wody;

$K_{dr} = 0,9 \times 0,30 = 0,27$  – współczynnik wypływu;

$K_v = 1,0$  – dla wody;

$P_o = 2 + 1 = 3 \text{ bar abs.}$  – maksymalne ciśnienie absolutne dla kotła;

$P_p = 0 + 1 = 1 \text{ bar abs.}$  - ciśnienie absolutne wypływu wody;

$\rho = 983 \text{ kg/m}^3$  – średnia gęstość wody;

$$A = \frac{3222}{1,61 \cdot 0,27 \cdot \sqrt{(3-1)} \cdot 983} = 167,2 \text{ mm}^2$$

Stąd średnica siedliska zaworu bezpieczeństwa powinna wynosić:

$$d_o = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 167,2}{3,14}} = 14,6 \text{ mm}$$

W związku z powyższym zaprojektowano, dla każdego kotła, zawór bezpieczeństwa firmy SYR typu 1915 o  $D_n = 25 \text{ mm}$  i  $d_o = 20 \text{ mm}$ . Nastawa ciśnienia 2 bary.

**b). Dobór naczynia wzbiorniczego dla zabezpieczenia instalacji c.o.** (wg PN – B – 02414)

- wymagana pojemność użytkowa naczynia wzbiorniczego:

$$Vu = V * \rho * \Delta v = 1,44 * 999,7 * 0,0287 = 41,3 \text{ dm}^3$$

gdzie:

$V = 1,2 \times (344,4 + 466,0 + 2 \times 195) = 1440 \text{ dm}^3 = 1,44 \text{ m}^3$  – łączna objętość instalacji c.o. i kotłowni;

$\Delta v = 0,0287 \text{ m}^3/\text{kg}$  – przyrost objętości właściwej wody;

$\rho = 999,7 \text{ kg/m}^3$  – gęstość wody wodociągowej;

- wymagana pojemność całkowita naczynia wzbiorniczego:

$$Vc = Vu * \frac{p_{\max} + 1}{p_{\max} - p} = 41,3 * \frac{6 + 1}{6 - 1,2} = 60,2 \text{ dm}^3$$

gdzie:

$p_{\max} = 6,0 \text{ bar}$  – maksymalne ciśnienie dopuszczalne dla naczynia wzbiorniczego;

$p = p_{\text{st}} + 0,2 = 1,0 + 0,2 = 1,2 \text{ bara}$  – ciśnienie statyczne w instalacji c.o.

Dobrano zamknięte naczynie wzbiornicze firmy Reflex typu NG 80 o pojemności nominalnej  $V_n = 80 \text{ dm}^3$ .

- wymagana średnica rury wzbiorniczej:

$$d_{RW} = 0,7 * \sqrt{Vu} = 0,7 * \sqrt{80} = 6,3 \text{ mm}$$

Dobrano rurę wzbiornczą o średnicy  $d_n = 25 \text{ mm}$  – średnica króćca przy naczyniu wzbiornczym.

**c). Dobór zabezpieczenia kotła przed zbyt niską temperaturą wody powrotnej**

Zgodnie z zaleceniami producenta kotłów, dla ich zabezpieczenia przed zbyt niską temperaturą wody powrotnej oraz dla regulacji „pogodowej” temperatury wody zasilającej instalację, zaprojektowano dwa zawory mieszające, czterodrogowe (po jednym dla każdego kotła) firmy ESBE typu ESBE 4D 2" GZ VRG142 o średnicy  $D_n = 50 \text{ mm}$  i współczynniku  $Kvs = 40 \text{ m}^3/\text{h}$ . Opory hydrauliczne zaworów mieszających będą wynosiły (przy maksymalnym wykorzystaniu mocy cieplnej kotła  $Q_k = 75 \text{ kW}$  i przepływie wody  $G_k = 3222 \text{ kg/h}$ ):

$$\Delta p = \left( \frac{G}{kv} \right)^2 \cdot 100 = \left( \frac{3,22}{40} \right)^2 \cdot 100 = 0,65 \text{ kPa}$$

Powyższe zawory należy wyposażyć w siłowniki elektryczne firmy ESBE typu ESBE ARA 661.

**d). Dobór zabezpieczenia zbiornika paliwa przed cofnięciem się ognia do zbiornika**

Zgodnie z zaleceniem producenta dla kotłów o mocach cieplnych od 50 kW w wzwyż konieczne jest zaprojektowania zaworu termostatycznego, który będzie zalewał paliwo w zbiorniku przykotelowym po przekroczeniu zadanej temperatury, która będzie świadczyła o cofnięciu się ognia do zbiornika paliwa. W związku z tym zaprojektowano zawór termostatyczny, zabezpieczający typu WATTS STS 20.S (G 1½”), który należy zamontować przy każdym zbiorniku paliwa na doprowadzeniu od nich wody. Czujniki temperatury powinny być zamontowane w odpowiednich miejscach zbiorników.

**e). Dobór zabezpieczenia kotła przed przegrzaniem wody**

Zgodnie z zaleceniem producenta dla kotłów, przy zastosowaniu zamkniętego systemu zabezpieczającego, należy zabezpieczyć kotły przed możliwością przegrzania wody i kotła. W tym celu zaprojektowano, dla każdego kotła, zawór termostatyczny, zabezpieczający firmy Regulus typu DVB – 1 (G ¾”). Do zaprojektowanych zaworów należy doprowadzić przewody wody zimnej oraz wykonać pozostałe podłączenia zgodnie z częścią rysunkową projektu.

**f). Dobór urządzeń do oczyszczania wody z zawiesin mechanicznych**

Dla dokładnego oczyszczania wody kotłowej zaprojektowano filtr o liczbie oczek 600/cm<sup>2</sup> firmy Polna typu FS-1 o dn = 40 mm i kv = 32 m<sup>3</sup>/h. Filtr należy zamontować na powrocie wody instalacyjnej z budynku Zespołu Szkół (Gco = 2255 kg/h). Opory hydrauliczne na filtrze będą wynosiły:

$$\Delta p = \left( \frac{G}{kv} \right)^2 \cdot 100 = \left( \frac{2,26}{32} \right)^2 \cdot 100 = 0,50 \text{ kPa}$$

Instalacja w budynku Sali gimnastycznej jest wyposażona w filtr, który będzie dalej eksploatowany.

**2.3. Dobór komina**

Do odprowadzania spalin z kotła zaprojektowano jednościenny wkład kominowy firmy MK ŻARY typu MKS o średnicy Dn = 200 mm i wysokości 12 m. Komin i czopuch wykonany będzie ze stali nierdzewnej.

**Sprawdzenie wymiarów komina**

- teoretyczna jednostkowa objętość spalin powstających przy spaleniu 1 kg paliwa:

$$V_{su} = V_{su}^t + (\lambda - 1) \cdot L_v = 5 + (1,3 - 1) \cdot 4,36 = 6,31 \text{ um}^3/\text{kg}$$

gdzie:

$V_{su}^t$  - teoretyczna jednostkowa objętość spalin powstająca ze spalania 1 kg paliwa ( $\text{um}^3/\text{kg}$ ) – wyznaczana ze wzoru:

$$V_{su}^t = \frac{0,95 * Qi}{1000} + 1,375 = \frac{0,95 * 3819}{1000} + 1,375 = 5,0 \text{ um}^3/\text{kg}$$

$\lambda = 1,3$  – współczynnik nadmiaru powietrza przy spalaniu ekogroszku i peletów;

$L_v$  – teoretyczne zapotrzebowanie na powietrze do spalania paliwa ( $\text{um}^3/\text{kg}$ ) – wyznaczane ze wzoru:

$Qi = 16000 \text{ kJ/kg} = 3819 \text{ kcal/kg}$  – średnia wartość opałowa peletów;

$$L_v = \frac{1,012 * Qi}{1000} + 0,5 = \frac{1,012 * 3819}{1000} + 0,5 = 4,36 \text{ um}^3/\text{kg}$$

- objętość strumienia spalin w warunkach rzeczywistych:

$$V_{su} = B * V_{su}^t = \frac{Q}{Qi * \eta} * V_{su}^t = \frac{57007,7}{3819 * 0,807} * 6,31 = 116,7 \text{ um}^3/\text{h}$$

gdzie:

$Q = 66,3 \text{ kW} = 57007,7 \text{ kcal/h}$  – maksymalne zapotrzebowanie na moc cieplną

$\eta = 0,807$  – nominalna sprawność kotła

$t_s = 220 \text{ }^\circ\text{C}$  – maksymalna temperatura spalin

$$V_{sr} = V_{su} * \frac{273 + t_s}{273} = 116,7 * \frac{273 + 220}{273} = 210,7 \text{ m}^3/\text{h}$$

- prędkość przepływu spalin przez kominy i czopuch o średnicy 200 mm:

$$w_{sp} = \frac{V_{sr}}{F_k * 3600} = \frac{210,7}{0,0314 * 3600} = 1,86 \text{ m/s}$$

- opory przepływu spalin przez komin i czopuch:

$$\Delta p = R * L + \Sigma \zeta \frac{w_{sp}^2 * \rho_{sp}}{2} = 0,29 * 14 + 1,6 \frac{1,89^2 * 0,84}{2} = 6,46 \text{ Pa}$$

gdzie:

$R = 0,29 \text{ Pa/m}$  – jednostkowe opory przepływu spalin

$L = 14 \text{ m}$  – długość komina i czopucha

$\rho_{sp} = 0,84 \text{ kg/m}^3$  – gęstość spalin

$\Sigma \zeta = 1,6$  - suma oporów miejscowych czopucha i komina, w tym:

- wlot do komina  $90^\circ$        $\zeta = 1,0$ ;

- kolano od kotła  $90^\circ$        $\zeta = 0,6$ ;

- wylot ustnikowy       $\zeta = 0,0$ ;

- wymagany ciąg grawitacyjny komina:

$$\Delta p + x = 6,46 + 30 = 36,46 \text{ Pa}$$

gdzie:

$x = 30 \text{ Pa}$  – wymagany ciąg kominowy

- ciąg grawitacyjny komina:

$$\Delta H = h * g * (\rho_p - \rho_{sp}) = 12 * 9,81 * (1,2 - 0,84) = 42,4 \text{ Pa}$$

gdzie:

$h = 12 \text{ m}$  – czynna wysokość komina

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$  – przyspieszenie ziemskie

$\rho_p = 1,2 \text{ kg/m}^3$  – gęstość powietrza zewnętrznego

$\rho_{sp} = 0,84 \text{ kg/m}^3$  – gęstość spalin

$$\underline{\Delta H = 42,4 \text{ Pa} > \Delta p + x = 36,46 \text{ Pa}}$$

Wysokość komina ( $H = 12 \text{ m}$ ) i jego średnica ( $D = 200 \text{ mm}$ ) jest wystarczająca dla pokonania oporów przepływu spalin przez ciąg grawitacyjny komina.

#### **2.4. Dobór pomp obiegowych c.o.**

##### **a). Dobór pomp obiegowych c.o. dla instalacji w budynku Zespołu Szkół**

- wymagana wydajność pomp obiegowych:

$$Gp = 1,1 \cdot Gco = 1,1 \cdot \frac{Qco * 3600}{(t_z - t_p) * c_p} = 1,1 \cdot \frac{52,5 * 3600}{(80 - 60) * 4,19} = 2481 \text{ kg/h}$$

gdzie:

$Qco = 52,5 \text{ kW}$  – obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną dla danej instalacji;

$t_z = 80 \text{ }^\circ\text{C}$  – obliczeniowa temperatura wody zasilającej instalację;

$t_p = 60 \text{ }^\circ\text{C}$  – obliczeniowa temperatura wody powracającej z instalacji;

$c_p = 4,19 \text{ kJ/kgK}$  – średnie ciepło właściwe wody;

- wymagana wysokość podnoszenia pomp obiegowych:

$$Hp = 1,1 * (\Delta p_i + \Delta p_k) = 1,1 * (25 + 5,65) = 33,72 \text{ kPa}$$

gdzie:

$\Delta p_i = 25,0 \text{ kPa}$  – wymagane ciśnienie dyspozycyjne dla danej instalacji c.o.;

$\Delta p_k = 5,65 \text{ kPa}$  – suma oporów hydraulicznych obiegu wody w kotłowni, w tym:

- opory kotła:  $3,0 \text{ kPa}$ ;
- opory mieszacza:  $0,65 \text{ kPa}$ ;
- opory filtra:  $0,5 \text{ kPa}$ ;
- opory przewodów:  $15 \times 0,1 = 1,5 \text{ kPa}$ ;

Dla powyższych danych zaprojektowano dwie pompy (w tym jedną rezerwową) firmy GRUNDFOS typu Magna 32 - 80 o parametrach pracy:  $G_p = 2,5 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $H_p = 3,5 \text{ m H}_2\text{O}$ ,  $P = 10 - 140 \text{ W}$ ,  $I = 0,10 - 1,01 \text{ A}$ ,  $U = 1 \times 230 \text{ V} / 50 \text{ Hz}$ .

**Uwaga:** pompa musi być zamontowana z osią wirnika w poziomie.

#### **b). Dobór pomp obiegowych c.o. dla instalacji w budynku Sali gimnastycznej**

W instalacji tej będzie wykorzystywana istniejąca pompa obiegowa typu UPE 32 – 120F.

### **2.5. Wentylacja pomieszczenia kotłowni**

Zgodnie z wymaganiami stawianymi kotłowniom na paliwo stałe przekrój poprzeczny przewodów wentylacyjnych powinien wynosić:

$$\text{Nawiew: } F_n = 0,5 \times F_k = 0,5 \times 0,0628 = 0,0314 \text{ m}^2$$

$$\text{Wywiew: } F_w = 0,25 \times F_k = 0,25 \times 0,0628 = 0,0157 \text{ m}^2$$

Dla doprowadzenia powietrza zewnętrznego zaprojektowano kanał „zetowy” o wymiarach 300 x 150 mm ( $F_n = 0,045 \text{ m}^2$ ) wykonany z blachy stalowej ocynkowanej. Otwór wlotowy powietrza do kanału powinien być umieszczony na wysokości około 2 m nad terenem, zaś kratka nawiewna na wysokości 0,5 m nad posadzką pomieszczenia kotłowni. Natomiast dla usuwania powietrza z kotłowni zaprojektowano kanał wywiewny o wymiarach 200 x 100 mm ( $F_w = 0,02 \text{ m}^2$ ), który należy zamontować pod stropem kotłowni. Wloty i wyloty kanałów należy zabezpieczyć kratkami wentylacyjnymi typu SHR firmy ALNOR.



### WYKAZ ELEMENTÓW KOTŁOWNI

Lp.	Wyszczególnienie	Ilość [szt.]	Typ	Producent
1	Kocioł stalowy o mocy $Q = 75 \text{ kW}$	2 kpl.	Klimosz DUO 75	Klimosz
2	Regulator kotłowy	2	Premium PID NG	Klimosz
3	Zawór bezpieczeństwa do $\phi = 20 \text{ mm}$ , nastawa 2 bary	2	1915	SYR
4	Zawór mieszający, czterodrogowy z siłownikiem elektrycznym	2 kpl.	ESBE 4D 2" ARA 661	ESBE
5	Naczynie przeponowe zamknięte	1	NG 80	Reflex
6	Pompa obiegowa $G_p = 2,5 \text{ m}^3/\text{h}$ , $H_p = 3,5 \text{ m H}_2\text{O}$ , $P = 10 - 140 \text{ W}$ , $U = 1 \times 230 \text{ V}$ , $I = 0,1 - 1,01 \text{ A}$	2	Magna 32 - 80	Grundfos
7	Filtr kołnierzowy $\phi 40$ , 600 oczek/ $\text{cm}^2$	1	FS-1	POLNA
8	Zawór schładzający ( $G \frac{3}{4}"$ )	2	DVB - 1	Regulus
9	Zawór zabezpieczający ( $G \frac{1}{2}"$ )	2	STS 20.S	WATTS
10	Zawór kulowy gwintowany $\phi 50$	4		
11	Zawór kulowy gwintowany $\phi 40$	4		
12	Zawór zwrotny gwintowany $\phi 40$	1		
13	Zawór kulowy gwintowany $\phi 25$	2		
14	Zawór kulowy gwintowany $\phi 20$	8		
15	Zawór zwrotny gwintowany $\phi 20$	1		
16	Reduktor ciśnienia, Dn 20	1	315	SYR
17	Filtr siatkowy, gwintowany, Dn 20	1		
18	Kanał „Z – towy” nawiewny 300 x 150 mm, L = 5 m, z kratkami wentylacyjnymi	1 kpl.	ze steli ocynkowanej	
19	Kanał wywiewny 200 x 100 mm, L = 0,5 m, z kratkami wentylacyjnymi,	1 kpl.	ze steli ocynkowanej	
T	Termometr 0 – 100 °C	6		
M	Manometr 0 – 0,6 MPa	6		

**WYKAZ ELEMENTÓW KOMINA i CZOPUCHA**  
**TYPU MKS PREMIUM  $\phi$  200 (na 2 komplety)**

<b>Lp.</b>	<b>Wyszczególnienie elementów</b>	<b>Typ</b>	<b>Ilość [szt.]</b>
1	Rura o długości 1000 mm	RP 1000	22
2	Rura o długości 250 mm	RP 250	2
3	Teleskop 300 – 500 mm	RPJ	2
4	Zakończenie ustnikowe	MAT	2
5	Płyta dachowa	DH	2
6	Trójkąt 90°	TR 90°	2
7	Wyczystka	KPR	2
8	Przedłużenie wyczystki (L = 500 mm)	Z + DR	2
9	Odskrapacz	ODZ	2
10	Kolano skrętne 0 – 90°	ŁK	2
11	Rozeta	IP	2
12	Obejma spinająca	OB	32
13	Granulat izolacyjny		3,5 m <sup>3</sup>