

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

# **PROJEKT REMONTU ISTNIEJĄCEJ KOTŁOWNI**

**FAZA :** PROJEKT WYKONAWCZY

**OBIEKT :** Gimnazjum  
ul. Stanki 2  
19-206 Rajgród

**INWESTOR :** Urząd Miasta Rajgrodu  
ul. Warszawska 22  
19-206 Rajgród

**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, maj 2015 r.

## **OPIS TECHNICZNY**

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

Tematem opracowania jest projekt wykonawczy remontu istniejącej kotłowni na lekki olej opałowy, która jest źródłem ciepła dla instalacji centralnego ogrzewania i c.w.u. w budynku Gimnazjum w Rajgrodzie przy ul. Stanki 2. Zgodnie z zapisami audytu energetycznego budynku oraz zaleceniem inwestora zmodernizowana kotłownia powinna być przystosowana do spalania peletów.

### **2. Podstawa opracowania**

Podstawą wykonania projektu były:

- Zlecenie inwestora,
- „Audyt efektywności ekologicznej dla Gimnazjum w Rajgrodzie” NAPE S.A., Warszawa 2013 r.,
- „Projekt technologii kotłowni olejowej dla Gimnazjum w Rajgrodzie” Pracownia Architektury i Urbanistyki SUSZYŃSKI, Augustów 2000 r.,
- „Projekt instalacji c.o. dla Gimnazjum w Rajgrodzie” Pracownia Architektury i Urbanistyki SUSZYŃSKI, Augustów 2000 r.,
- Oględziny istniejącej kotłowni;
- Polskie Normy i wytyczne projektowania.

### **3. Dane wyjściowe do projektu**

- a). obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną na cele c.o.:  $Q_{co} = 340,54 \text{ kW}$
- b). obliczeniowe temperatury pracy instalacji c.o.:  $t_z/t_p = 80/60 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- c). dane i wymagania dodatkowe:

Zgodnie z zaleceniami inwestora istniejąca kotłownia olejowa ma pozostać jako rezerwowe źródło energii. W związku z tym przyjęto, że w pracy kotłowni na pelety wykorzystane zostaną następujące istniejące elementy:

- podgrzewacze ciepłej wody użytkowej firmy ACV typu HR321 – 2 szt.;
- przeponowe naczynia wzbiorcze zabezpieczające instalacje c.o. ( $2 \times V_c = 180 \text{ dm}^3$ ) oraz instalację c.w.u. ( $1 \times V_c = 25 \text{ dm}^3$ );
- rozdzielacze c.o. oraz c.w.u.;
- pompy cyrkulacyjne, obiegu grzewczego podgrzewacz c.w.u. oraz pompy obiegowe c.o.
- mieszacze do regulacji „pogodowej” parametrów pracy instalacji c.o., do sterowania których oraz do regulacji temperatury c.w.u. należy wykorzystać istniejące regulatory elektroniczne w kotłowni olejowej.

- urządzenia do oczyszczania wody kotłowej;
- urządzenia kontrolno – pomiarowe (tj. termometry, manometry i wodomierze) oraz automatyczne zawory odpowietrzające;
- automatyczna stacja uzdatniania wody.

## **4. Opis projektowanej kotłowni**

### **4.1. Kotły**

Dla pokrycia obliczeniowego zapotrzebowania na moc cieplną na cele c.o. (w wysokości  $Q_{co} = 340,54 \text{ kW}$ ) zaprojektowano dwa kotły firmy KOSTRZEWA typu MXB 200 o następujących parametrach technicznych:

#### **Dane techniczne kotła MXB 200:**

- Zakres mocy znamionowej: 60 - 200 kW;
- Sprawność nominalna: 89,5 %;
- Rodzaj paliwa: pelety;
- Temperatura spalin: 159 °C;
- Maksymalne ciśnienie robocze: 3 bary;
- Maksymalna temperatura wody: 80 °C;
- Minimalna temperatura wody: 45 °C;
- Opory przepływu wody: 31,4 mbara;
- Wymagany ciąg kominowy: 0,30 mbara;
- Pojemność wodna: 475 dm<sup>3</sup>;
- Średnica wylotu spalin: 225 mm;
- Przyłącza wody grzewczej i powrotnej: Dn 80;
- Przyłącze grupy bezpieczeństwa: Dn 50;
- Zasilanie elektryczne: 230 V / 50 Hz;
- Wymiary kotła po złożeniu: 2505 x 1115 x 1352 mm, przy szerokości kotła 780 mm bez obudowy – tj. w momencie dostawy;
- 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;
- zamkniętego naczynia wzbiorczego.

Ponadto kocioł powinien być zabezpieczony przed zbyt niską temperaturą wody powrotnej - minimum 45° C.

Każdy kocioł należy wyposażyć w palnik typu Platinum Bio 2 o mocy cieplnej 200 kW przystosowany do spalania peletów oraz zbiornik model 1368 I (zamiast zbiornika o objętości 295 l stosowanego standardowo) z podajnikiem paliwa do palnika.

Do regulacji parametrów pracy kotła typu Maxi Bio 200 kW należy zamontować (na kotle) szafę sterującą typu Platinum Bio 2 o następujących funkcjach sterowania:

- podajnikiem paliwa,
- wentylatorem ciśnieniowym,
- wentylatorem wyciągowym,
- wentylatorem zapalarki,
- zapalarką,
- temperaturą kotła,
- temperaturą podajnika,
- temperaturą c.o.,
- temperaturą c.w.u.,
- temperaturą zewnętrzną,
- sondą lambda,
- pompą c.o.,
- pompą c.w.u.,
- zaworem mieszającym.

#### **4.2. Dobór sprzęgła hydraulicznego**

Dla zapewnienia szybkiego nagrzewania się kotłów i skrócenia obiegu wody kotłowej zaprojektowano (przy  $G_k = 16,1 \text{ m}^3/\text{h}$ ) sprzęgło hydrauliczne (z funkcją zwrotnicy hydraulicznej) firmy MEIBES typu Wartownik MH 100 o średnicy króćców przyłączeniowych  $D_n = 100 \text{ mm}$ , na którym opory hydrauliczne będą wynosiły (wg nomogramu)  $\Delta p = 0,01 \text{ bara} = 1,0 \text{ kPa}$ .

#### **4.3. Zabezpieczenia projektowanych kotłów**

##### **a). Zawór bezpieczeństwa dla kotła**

Dla zabezpieczenia każdego kotła przed przekroczeniem dopuszczalnego ciśnienia zaprojektowano zawór bezpieczeństwa firmy SYR typu 1915 o  $D_n = 32 \text{ mm}$  i  $d_o = 27 \text{ mm}$ . Nastawa ciśnienia 2 bary.

##### **b). Naczynie przeponowe dla nowego układu technologicznego**

Dobrano zamknięte naczynie wzbiornicze firmy Reflex typu NG 50 o pojemności całkowitej  $V_c = 50 \text{ dm}^3$ . Zastosowano rurę wzbiornczą  $d_n = 25 \text{ mm}$ .

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

Zgodnie z zaleceniami producenta kotłów, dla ich zabezpieczenia przed zbyt niską temperaturą wody powrotnej zaprojektowano (dla każdego kotła) termostatyczny zawór mieszający trójdrogowy firmy Regulux typu TSV8  $45^\circ\text{C}$  o średnicy  $D_n = 50 \text{ mm}$  i współczynniku  $K_{vs} = 31,5 \text{ m}^3/\text{h}$ .

#### **d). Zabezpieczenie kotła przed przegrzaniem**

Zgodnie z zaleceniem producenta kotłów, przy zastosowaniu zamkniętego systemu zabezpieczającego, należy zabezpieczyć kocioł przed możliwością przegrzania wody i kotła. W tym celu zaprojektowano, po dwie zewnętrzne węzownice schładzające firmy ZEN-POL typu WZS KW 90x90 KPL, każda o wydajności chłodniczej 35 – 90 kW – dla każdego kotła. Do zaprojektowanych węzownic schładzających należy doprowadzić przewody wody zimnej o średnicy Dn 15 mm na zasilaniu których należy zamontować reduktor ciśnienia firmy SYR typ 315 z nastawą 2 bary.

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

Dla dokładnego oczyszczania wody kotłowej zaprojektowano filtr o liczbie oczek  $600/\text{cm}^2$  firmy Polna typu FS-1 o dn = 100 mm i kv =  $190 \text{ m}^3/\text{h}$ .

### **4.4. Pompy obiegowe**

#### **a). Pompa dla obiegu kotłowego**

Dla każdego kotła zaprojektowano jedną pompę firmy GRUNDFOS typu UPS 32 – 80 o parametrach pracy (na III biegu):  $G_p = 8,1 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $H_p = 2,9 \text{ m H}_2\text{O}$ ,  $P = 220 \text{ W}$ ,  $I = 0,98 \text{ A}$ ,  $U = 1 \times 230 \text{ V} / 50 \text{ Hz}$ .

#### **b). Pompa dla obiegu zasilającego istniejące rozdzielacze c.o.**

Zaprojektowano jedną pompę firmy GRUNDFOS typu Magna3 40 – 80F (N) o parametrach pracy:  $G_p = 2,0 – 12,0 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $H_p = 2,0 – 6,0 \text{ m H}_2\text{O}$ ,  $P = 17 – 265 \text{ W}$ ,  $I = 0,19 – 1,20 \text{ A}$ ,  $U = 1 \times 230 \text{ V} / 50 \text{ Hz}$ .

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

### **4.5. Odprowadzenie spalin**

Do odprowadzenia spalin z kotłów zaprojektowano dwa czopuch i zewnętrzne kominy dwuścienne firmy MK – Żary typu MKD PREMIUM (dla kotłów na biomase) o średnicy Dn = 250 mm. Wysokość czynna kominów wynosi 12 m i zapewnia wymagany ciąg kominowy.

### **4.6. Wentylacja kotłowni**

Dla doprowadzenia powietrza zewnętrznego należy wykonać kanał „zetowy” z blachy ocynkowanej o wymiarach 300 x 200 mm ( $F_n = 0,06 \text{ m}^2$ ). Wlot kanału powinien być usytuowany 2 m nad terenem, a wylot kanału należy usytuować 0,5 m nad podłogą. Wlot i wylot powietrza należy zabezpieczyć kratkami wentylacyjnymi o wymiarach 300 x 200 mm.

Natomiast do usuwania powietrza z kotłowni należy zastosować kanał wywiewny o wymiarach 200 x 150 mm ( $F_w = 0,03 \text{ m}^2$ ). Kanał zamontować 0,3 m pod stropem kotłowni. Wloty i wyloty kanału należy zabezpieczyć kratkami wentylacyjnymi o wymiarach 140 x 140 mm.

#### **4.7. 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 °C i dla ciśnienia 0,6 MPa.

#### **4.8. Próby szczelności**

Po wykonaniu kotłowni należy przeprowadzić próbę ciśnieniową połączeń przewodów i armatury wodą zimną o ciśnieniu  $1,1 \times p_{\text{dop}} = 6,6 \text{ bara}$ .

**Uwaga:** na okres próby ciśnieniowej przewodów należy odłączyć kocioł, gdyż dopuszczalne ciśnienie dla niego wynosi 3,0 bary oraz przeponowe naczynie wzbiorcze ( $p_{\text{max}} = 6 \text{ bar}$ )!

#### **4.9. 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):

$\phi 100$	grubość 100 mm;
$\phi 65$	grubość 70 mm;
$\phi 25$ i $32$	grubość 30 mm;
$\phi 15$ i $20$	grubość 20 mm;

#### **4.10. Wytyczne dla instalacji elektrycznej**

Dla zasilania wyposażenia nowych kotłów (tj. wentylatora, podajnika ślimakowego, regulatora kotłowego, itp.) i innych urządzeń zainstalowanych w kotłowni (tj. pompy obiegowe) 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 budynku Gimnazjum w energię elektryczną.

#### **4.11. Wytyczne budowlane**

W pomieszczeniach podręcznych magazynów paliwa i w pomieszczeniu kotłowni należy zamontować drzwi stalowe (o odporności ogniowej EI 90) o

wymiarach 0,9 x 2,0 m. Ponadto należy wykonać fundamenty betonowe pod kotły (o wymiarach 147 x 89 x 10 cm) oraz pod kominy zewnętrzne (o wymiarach 35 x 35 x 50 cm) – zgodnie z częścią rysunkową projektu. Dodatkowo należy wykonać przebicia przez ściany dla zamontowania kanałów wentylacyjnych oraz dla przeprowadzenia czopuchów do kominów.

**UWAGI:**

- 1. Całość prac związanych z przebudową 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**

- a). obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną na cele c.o.:  $Q_{co} = 340,54 \text{ kW}$   
b). obliczeniowe temperatury pracy instalacji c.o.:  $t_z/t_p = 80/60 \text{ }^{\circ}\text{C}$

### **2. Dobór urządzeń technologicznych**

#### **2.1. Dobór kotła**

Dla pokrycia obliczeniowego zapotrzebowania na moc cieplną na cele c.o. (w wysokości  $Q_{co} = 340,54 \text{ kW}$ ) zaprojektowano dwa kotły firmy KOSTRZEWA typu MXB 200 o następujących parametrach technicznych:

Dane techniczne kotła MXB 200:

- Zakres mocy znamionowej: 60 - 200 kW;
- Sprawność nominalna: 89,5 %;
- Rodzaj paliwa: pelety;
- Temperatura spalin: 159  $^{\circ}\text{C}$ ;
- Maksymalne ciśnienie robocze: 3 bary;
- Maksymalna temperatura wody: 80  $^{\circ}\text{C}$ ;
- Minimalna temperatura wody: 45  $^{\circ}\text{C}$ ;
- Opory przepływu wody: 31,4 mbara;
- Wymagany ciąg kominowy: 0,30 mbara;
- Pojemność wodna: 475 dm<sup>3</sup>;
- Średnica wylotu spalin: 225 mm;
- Przyłącza wody grzewczej i powrotnej: Dn 80;
- Przyłącze grupy bezpieczeństwa: Dn 50;
- Zasilanie elektryczne: 230 V / 50 Hz;
- Wymiary kotła po złożeniu: 2505 x 1115 x 1352 mm, przy szerokości kotła 780 mm bez obudowy – tj. w momencie dostawy;
- Zabezpieczenie kotła: system 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;
- zamkniętego naczynia wzbiorczego.

Ponadto kocioł powinien być zabezpieczony przed zbyt niską temperaturą wody powrotnej - minimum 45 $^{\circ}\text{C}$ .



Każdy kocioł należy wyposażyć w palnik typu Platinum Bio 2 o mocy cieplnej 200 kW przystosowany do spalania peletów oraz zbiornik model 770 l (zamiast zbiornika o objętości 295 l stosowanego standardowo) z podajnikiem paliwa do palnika.

Do regulacji parametrów pracy kotła typu Maxi Bio 200 kW należy zamontować (na każdym kotle) szafę sterującą typu Platinum Bio 2.

## **2.2. Dobór sprzęgła hydraulicznego**

Dla zapewnienia szybkiego nagrzewania się kotłów i skrócenia obiegu wody kotłowej zaprojektowano (przy  $G_k = 16,1 \text{ m}^3/\text{h}$ ) sprzęgło hydrauliczne (z funkcją zwrotnicy hydraulicznej) firmy MEIBES typu Wartownik MH 100 o średnicy króćców przyłączeniowych  $D_n = 100 \text{ mm}$ , na którym opory hydrauliczne będą wynosiły (wg nomogramu)  $\Delta p = 0,01 \text{ bara} = 1,0 \text{ kPa}$ .

## **2.3. Dobór zabezpieczeń dla projektowanych kotłów**

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

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

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

gdzie:

$Q_m = G_k$  – maksymalny przepływ wody przez kocioł, (kg/h) – wyznaczony wg poniższej zależności:

$$G_k = 1,1 \cdot \frac{Q_k \cdot 3600}{\Delta t \cdot c_p} = 1,1 \cdot \frac{170 \cdot 3600}{20 \cdot 4,19} = 8033 \text{ kg/h}$$

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

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

$K_{dr} = 0,9 \times 0,25 = 0,225$  – 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;

$$A = \frac{8033}{1,61 \cdot 0,225 \cdot \sqrt{(3-1)} \cdot 983} = 500,1 \text{ mm}^2$$

Stąd średnica siedliska zaworu bezpieczeństwa powinna wynosić:

$$d_o = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 500,1}{3,14}} = 25,24 \text{ mm}$$

W związku z powyższym, dla każdego kotła, zaprojektowano zawór bezpieczeństwa firmy SYR typu 1915 o  $D_n = 32$  mm i  $d_o = 27$  mm. Nastawa ciśnienia 2 bary.

**b). Dobór naczynia wzbiorniczego dla zabezpieczenia nowego układu technologicznego kotłowni** (wg PN – B – 02414)

- wymagana pojemność użytkowa naczynia wzbiorniczego:

$$V_u = V \cdot \rho \cdot \Delta v = 1,21 \cdot 999,7 \cdot 0,0287 = 34,7 \text{ dm}^3$$

gdzie:

$V = 1,1 \times (2 \times V_k + V_p) = 1,1 \times (2 \times 475 + 150) = 1210 \text{ dm}^3 = 1,21 \text{ m}^3$  – łączna objętość instalacji technologicznej nowej kotłowni;

$V_k = 475 \text{ dm}^3$  – pojemność wodna kotła;

$V_p = 1507 \text{ dm}^3$  – całkowita pojemność wodna instalacji technologicznej;

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

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

- wymagana pojemność całkowita naczynia wzbiorniczego:

$$V_c = V_u \cdot \frac{p_{\max} + 1}{p_{\max} - p} = 34,7 \cdot \frac{6 + 1}{6 - 0,8} = 46,7 \text{ dm}^3$$

gdzie:

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

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

Dobrano zamknięte naczynie wzbiornicze firmy Reflex typu NG 50 o pojemności całkowitej  $V_c = 50 \text{ dm}^3$ .

- wymagana średnica rury wzbiorniczej:

$$d_{RW} = 0,7 \cdot \sqrt{V_u} = 0,7 \cdot \sqrt{50} = 4,95 \text{ mm}$$

Dobrano rurę wzbiornczą o średnicy  $d_n = 25$  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 zaprojektowano termostatyczny zawór trójdrogowy, mieszający firmy Regulus typu TSV8 45°C o średnicy  $D_n = 50$  mm i współczynniku  $K_{vs} = 31,5 \text{ m}^3/\text{h}$  – dla każdego kotła. Opory hydrauliczne zaworu mieszającego będą wynosiły:

$$\Delta p = \left( \frac{G}{k_v} \right)^2 \cdot 100 = \left( \frac{8,033}{31,5} \right)^2 \cdot 100 = 6,5 \text{ kPa}$$

#### **d). Dobór zabezpieczenia kotła przed przegrzaniem wody**

Zgodnie z zaleceniem producenta, przy zastosowaniu zamkniętego systemu zabezpieczającego, należy każdy kocioł zabezpieczyć przed możliwością przegrzania wody i kotła. W tym celu zaprojektowano, dwie zewnętrzne węzownice schładzające firmy ZEN-POL typu WZS KW 90x90 KPL, każda o wydajności 35 – 90 kW. – dla każdego kotła. Do zaprojektowanych węzownic schładzających należy doprowadzić przewody wody zimnej o średnicy Dn 15 mm na zasilaniu których należy zamontować reduktor ciśnienia z nastawą 1,5 bara.

#### **e). 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 = 100 mm i kv = 190 m<sup>3</sup>/h. Spadek ciśnienia na filtrze będzie wynosił:

$$\Delta p = \left( \frac{G}{kv} \right)^2 \cdot 100 = \left( \frac{16,06}{190} \right)^2 \cdot 100 = 0,71 \text{ kPa}$$

### **2.4. Dobór pomp obiegowych**

#### **a). Dobór pomp dla obiegów kotłowych**

- wymagana wydajność pompy obiegowej:

$$Gp = 1,1 \cdot Gk = 1,1 \cdot \frac{Qk \cdot 3600}{(t_z - t_p) \cdot c_p} = 1,1 \cdot \frac{170 \cdot 3600}{(80 - 60) \cdot 4,19} = 8033 \text{ kg/h}$$

gdzie:

Qk = 170 kW – obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną dla jednego kotła;

t<sub>z</sub> = 80 °C – obliczeniowa temperatura wody zasilającej instalację;

t<sub>p</sub> = 60 °C – obliczeniowa temperatura wody powracającej z instalacji;

c<sub>p</sub> = 4,19 kJ/kgK – średnie ciepło właściwe wody;

- wymagana wysokość podnoszenia pompy obiegowej:

$$Hp = 1,1 \cdot \Delta p_K = 1,1 \cdot 13,14 = 14,5 \text{ kPa}$$

gdzie:

Δp<sub>K</sub> = 13,14 kPa – suma oporów hydraulicznych obiegu kotłowego, w tym:

- opory kotła: 3,14 kPa;
- opory zaworu TSV8: 6,50 kPa;
- opory sprzęgła hydraulicznego: 1,00 kPa;
- opory przewodów i armatury: 2,50 kPa;

Zaprojektowano jedną pompę firmy GRUNDFOS typu UPS 32 – 80 o parametrach pracy (na III biegu): Gp = 8,1 m<sup>3</sup>/h, Hp = 2,9 m H<sub>2</sub>O, P = 220 W, I = 0,98 A, U = 1 x 230 V / 50 Hz.

## **b). Dobór pompy dla obiegu zasilającego rozdzielacze c.o.**

- wymagana wydajność pompy obiegowej:

$$G_p = 1,1 \cdot G_{co} = 1,1 \cdot \frac{Q_{co} \cdot 3600}{(t_z - t_p) \cdot c_p} = 1,1 \cdot \frac{340,54 \cdot 3600}{(80 - 60) \cdot 4,19} = 16092 \text{ kg/h}$$

gdzie:

$Q_{co} = 340,54 \text{ kW}$  – zapotrzebowanie na moc cieplną dla instalacji c.o.

$t_z = 80 \text{ }^\circ\text{C}$  – 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 pompy obiegowej:

$$H_p = 1,1 \cdot \Delta p = 1,1 \cdot 20,01 = 22 \text{ kPa}$$

gdzie:

$\Delta p = 20,01 \text{ kPa}$  – suma oporów hydraulicznych obiegu, w tym:

- opory filtra FS-1: 0,71 kPa;
- opory sprzęgła hydraulicznego: 1,00 kPa;
- opory przewodów:  $42 \times 0,435 = 18,30 \text{ kPa}$ ;

Zaprojektowano jedną pompę firmy GRUNDFOS typu Magna3 40 – 100F (N) o parametrach pracy:  $G_p = 2,0 - 20,0 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $H_p = 1,0 - 4,0 \text{ m H}_2\text{O}$ ,  $P = 18 - 348 \text{ W}$ ,  $I = 0,20 - 1,56 \text{ A}$ ,  $U = 1 \times 230 \text{ V} / 50 \text{ Hz}$ .

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

## **2.8. Dobór komina**

Do odprowadzania spalin z każdego kotła zaprojektowano dwuścienny komin oraz czopuch firmy MK ŻARY typu MKD PREMIUM (dla kotłowni na biomasę) o średnicy  $D_n = 250 \text{ mm}$  i wysokości czynnej  $12 \text{ m}$ . 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:

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

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

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

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

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

- objętość strumienia spalin w warunkach rzeczywistych:

$$V_{su} = B * V_{su} = \frac{Q}{Q_i * \eta} * V_{su} = \frac{146174}{3819 * 0,895} * 6,31 = 269,9 \text{ um}^3/\text{h}$$

gdzie:

$Q = 170 \text{ kW} = 146174 \text{ kcal/h}$  – maksymalne zapotrzebowanie na moc cieplną

$\eta = 0,895$  – nominalna sprawność kotła

$t_s = 159 \text{ }^\circ\text{C}$  – maksymalna temperatura spalin

$$V_{sr} = V_{su} * \frac{273 + t_s}{273} = 269,9 * \frac{273 + 159}{273} = 427,1 \text{ m}^3/\text{h}$$

- prędkość przepływu spalin przez kominy i czopuch o średnicy 250 mm:

$$w_{sp} = \frac{V_{sr}}{F_k * 3600} = \frac{427,1}{0,0491 * 3600} = 2,42 \text{ m/s}$$

- opory przepływu spalin przez komin i czopuch:

$$\Delta p = R * L + \Sigma \zeta \frac{w_{sp}^2 * \rho_{sp}}{2} = 0,33 * 13,5 + 1,0 \frac{2,42^2 * 0,84}{2} = 6,92 \text{ Pa}$$

gdzie:

$R = 0,33 \text{ Pa/m}$  – jednostkowe opory przepływu spalin

$L = 12 + 1,5 = 13,5 \text{ m}$  – długość komina i czopucha

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

$\Sigma \zeta = 0,1$  - suma oporów miejscowych czopucha i komina, w tym:

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

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

- wymagany ciąg grawitacyjny komina:

$$\Delta p + x = 6,92 + 30 = 36,92 \text{ Pa}$$

gdzie:

$x = 0,3 \text{ mbara} = 30 \text{ Pa}$  – wymagany, przez producenta, ciąg kominowy

- ciąg grawitacyjny komina:

$$\Delta H = h * g * (\rho_p - \rho_{sp}) = 12 * 9,81 * (1,24 - 0,84) = 47,1 \text{ Pa}$$

gdzie:

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

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

$\rho_p = 1,24 \text{ kg/m}^3$  – gęstość powietrza zewnętrznego

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

$$\underline{\Delta H = 47,1 \text{ Pa} > \Delta p + x = 36,92 \text{ Pa}}$$

Wysokość czynna komina ( $H = 12 \text{ m}$ ) i jego średnica ( $D = 250 \text{ mm}$ ) są wystarczające dla pokonania oporów przepływu spalin przez ciąg grawitacyjny komina.

## **2.9. Wentylacja pomieszczenia kotłowni**

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

Nawiew:  $F_n = 0,5 \times 2 \times F_k = 0,5 \times 2 \times 0,0491 = 0,0491 \text{ m}^2$

Wywiew:  $F_w = 0,25 \times 2 \times F_k = 0,25 \times 2 \times 0,0491 = 0,0246 \text{ m}^2$

Dla doprowadzenia powietrza zewnętrznego należy wykonać kanał „zetowy” z blachy ocynkowanej o wymiarach  $300 \times 200 \text{ mm}$  ( $F_n = 0,06 \text{ m}^2$ ). Wlot kanału powinien być usytuowany  $2 \text{ m}$  nad terenem, a wylot kanału należy usytuować  $0,5 \text{ m}$  nad podłogą. Wlot i wylot powietrza należy zabezpieczyć kratkami wentylacyjnymi o wymiarach  $300 \times 200 \text{ mm}$ .

Natomiast do usuwania powietrza z kotłowni należy zastosować kanał wywiewny o wymiarach  $200 \times 150 \text{ mm}$  ( $F_w = 0,03 \text{ m}^2$ ). Kanał należy zamontować  $0,3 \text{ m}$  pod stropem pomieszczenia. Wlot i wylot kanału należy zabezpieczyć kratkami wentylacyjnymi o wymiarach  $200 \times 150 \text{ mm}$ .

### WYKAZ ELEMENTÓW KOTŁOWNI

Lp.	Wyszczególnienie	Ilość [szt.]	Typ	Producent
1	Kocioł stalowy o mocy Q = 200 kW	2 kpl.	MXB 200	Kostrzewa
2	Palnik na pelety o mocy 200 kW	2	Platinum Bio	Kostrzewa
3	Szafa sterownicza	2	Platinum Bio 2	Kostrzewa
4	Zbiornik na pelety z podajnikiem	2 kpl.	770 l	Kostrzewa
5	Zawór bezpieczeństwa dla kotła, dn = 32 mm i do = 27 mm, nastawa 2 bary	2	1915	SYR
6	Sprzęgło hydrauliczne (wartownik)	1 kpl.	MH 100	Meibes
7	Naczynie przeponowe zamknięte	1	NG 50	Reflex
8	Filtr kołnierzowy $\phi$ 100, 600 oczek/cm <sup>2</sup>	1	FS-1	POLNA
9	Zawór termostatyczny, trójdrogowy mieszający, Dn 50 mm	1	TSV8 45°	Regulus
10	Zewnętrzna węzownica schładzająca o mocy chłodzącej 35 – 90 kW	4 kpl.	WZS KW 90x90 KPL	Zen - Pol
11	Pompa obiegu kotłowego Gp = 8,1 m <sup>3</sup> /h, Hp = 2,9 m H <sub>2</sub> O, P = 220 W, I = 0,98 A, U = 1 x 230 V/50 Hz.	2	UPS 32 – 80	Grundfos
12	Pompa obiegowa c.o. Gp = 2,0 – 20,0 m <sup>3</sup> /h, Hp = 1,0 – 4,0 m H <sub>2</sub> O, P = 18 – 348 W, I = 0,20 – 1,56 A, U = 1 x 230 V/50 Hz	1	Magna3 40 – 80F	Grundfos
13	Separator powietrza Dn 50	6	Spirovent AA200	Spirotech
14	Reduktor ciśnienia, Dn 20 mm, nastawa 2 bary	1	315	SYR
15	Zawór kulowy gwintowany $\phi$ 100	4		
16	Zawór kulowy gwintowany $\phi$ 65	8		
17	Zawór zwrotny gwintowany $\phi$ 65	3		
18	Zawór kulowy gwintowany $\phi$ 25	2		
19	Zawór zwrotny gwintowany $\phi$ 25	1		
20	Zawór kulowy gwintowany $\phi$ 20	5		
35	Kanał „Zetowy”, nawiewny z blachy stalowej, ocynkowanej, L = 2,8 m	1 kpl.	300 x 200	
36	Kratki wentylacyjne 300 x 200 mm	2		
37	Kanał wywiewny L = 0,6 m	1	200 x 150	
38	Kratki wentylacyjne 200 x 150 mm	2		
T	Termometr 0 – 100 °C	4		
M	Manometr 0 – 0,6 MPa	9		

**ZESTAWIENIE ELEMENTÓW DLA JEDNEGO KOMINA I CZOPUCHA****TYPU MKD PREMIUM  $\phi$  250****(numeracja elementów według rysunku 3a)**

<b>Lp.</b>	<b>Wyszczególnienie elementów</b>	<b>Typ</b>	<b>Ilość [szt.]</b>
1	Redukcja $\phi$ 250 / $\phi$ 225	RD MKD / MKS	1
2	Obejma spinająca szeroka	KBTS	18
3	Rura o długości 330 mm	RT L330	1
4	Rura o długości 500 mm	RT L500	1
5	Płyta kotwowa podstawowa	KFT	1
6	Wyczystka	POT	1
7	Trójkąt	AFTS 90°	1
8	Rura o długości 1000 mm	RT L1000	12
9	Obejma konstrukcyjna przestawna	WHT 2	5
10	Przepust dachowy ołowiany	DDTO 30°	1
11	Zakończenie ustnikowe	MAT	1
	Rozeta maskująca	WBT	2