

**NAPE S.A. w Warszawie, ul. Filtrowa 1**  
**Oddział w Białymstoku, 15-404 Białystok ul. Młynowa 21**

## **PROJEKT WYKONAWCZY**

### **1. NAZWA ZADANIA:**

Termomodernizacja obiektu Szkoły Podstawowej nr 2 w Bielsku Podlaskim

### **2. TEMAT PROJEKTU:**

Modernizacja kotłowni

### **3. INWESTOR:**

Miasto Bielsk Podlaski, ul. Kopernika 1, 17-100 Bielsk Podlaski

### **4. ADRES BUDOWY:**

Bielsk Podlaski, ul. Kpt. W. Wysockiego 6,  
nr geod. działek: 620/2; 621/1 i 627/2  
przy ul. W. Wysockiego 6

### **5. AUTOR OPRACOWANIA:**

mgr inż. Barbara Stempniak

dr inż. Andrzej Stempniak

Białystok, 16 kwiecień 2008 r.

## **SPIS TREŚCI:**

1. Spis treści.....	1
2. Opis techniczny.....	2
3. Obliczenia i dobór urządzeń.....	5
4. Schemat technologiczny kotłowni – Rys. nr 1.....	10
5. Rzut kotłowni 1:50 – Rys. nr 2.....	11
6. Przekroje kotłowni 1:50 – Rys. nr 3.....	12

# **O P I S   T E C H N I C Z N Y**

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

Tematem opracowania jest projekt wykonawczy modernizacji istniejącej kotłowni, która jest źródłem ciepła dla instalacji centralnego ogrzewania w Szkole Podstawowej Nr 2 przy ul. Wysockiego 6 w Bielsku Podlaskim.

## **2. Podstawa opracowania**

Podstawą wykonania projektu były:

- Zlecenie inwestora,
- „P.B.W. modernizacji instalacji c.o. w Szkole Podstawowej Nr 2 w Bielsku Podlaskim” NAPE S.A., Białystok 2005 r.,
- Polskie Normy i wytyczne projektowania.

## **3. Dane wyjściowe do projektu**

- obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną:  $Q_{co} = 175,4 \text{ kW}$ ,
- obliczeniowe parametry pracy instalacji c.o.:  $t_z/t_p = 80/60 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,
- wymagane ciśnienie dyspozycyjne:  $\Delta p = 40,2 \text{ kPa}$
- kotłownia jednofunkcyjna – tylko na potrzeby c.o.

## **4. Projektowana kotłownia**

### **4.1. Kotły**

Dla pokrycia obliczeniowego zapotrzebowania na moc cieplną na cele c.o. (w wysokości  $Q_{co} = 175,4 \text{ kW}$ ) zaprojektowano jeden kocioł wielopaliwowy firmy „HAMECH” Hajnówka typu KWH-180 o mocy cieplnej 180 kW.

#### **Dane techniczne kotła:**

- moc znamionowa: 180 kW,
- maksymalne ciśnienie robocze: 250 kPa,
- maksymalna temperatura wody:  $95 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,
- sprawność nominalna: 76 %,
- średnia temperatura spalin:  $200 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,
- wymagany ciąg kominowy: 40 Pa,
- zabezpieczenie kotła: system otwarty.

#### **4.2. Zabezpieczenie kotła i instalacji grzewczej**

Zgodnie z wymaganiami producenta zastosowano (jako zabezpieczenie kotła i instalacji c.o.) otwarte naczynie wzbiornicze – wg PN – 91/B – 02413. Proponuje się wykorzystanie istniejącego naczynia wzbiorniczego typu B o pojemności użytkowej 200 dm<sup>3</sup> oraz istniejących przewodów:

- jedną rurę bezpieczeństwa  $\phi$  50 (dw = 53,0 mm), drugą rurę należy zaślepić;
- rurę wzbiorniczą  $\phi$  40 (dw = 41,8 mm),
- rurę przelewową  $\phi$  50 (dw = 53,0 mm),
- rurę sygnalizacyjną  $\phi$  20.

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

Do odprowadzenia spalin z kotła zaprojektowano komin i czopuch typu MKS o średnicy  $D_n = 350$  mm. Wysokość komina wynosi około 15 m i zapewnia wymagany ciąg kominowy. Czopuch należy zaizolować matami z wełny mineralnej gr. 50 mm z powłoką aluminiową.

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

Dla zapewnienia obiegu czynnika grzejącego w instalacji c.o. zaprojektowano pompę firmy GRUNDFOS typu UPED 32 - 120 o parametrach pracy:  $G_p = 8,0$  m<sup>3</sup>/h,  $H_p = 6,0$  m H<sub>2</sub>O,  $P = 35 - 415$  W,  $I = 0,29 - 3,2$  A, zasilanie elektryczne: 1 x 230 V.

#### **4.5. Zabezpieczenie instalacji przed zanieczyszczeniami**

Dla zabezpieczenia instalacji przed zanieczyszczeniami mechanicznymi zaprojektowano (do wstępnego oczyszczania) magnetooddulacz OISm 200/65 oraz filtr dokładnego oczyszczania typu FS - 1  $\phi$  65.

#### **4.6. Wentylacja kotłowni**

W pomieszczeniu kotłowni zaprojektowano kanał "zetowy" nawiewny o wymiarach 250 x 200 mm, z blachy stalowej ocynkowanej. Zewnętrzna kratka wlotowa do kanału powinna być usytuowana na wysokości ok. 2 m nad terenem, natomiast kratka nawiewna powinna być usytuowana na wysokości ok. 0,5 m nad posadzką kotłowni. Ponadto w pomieszczeniu należy zamontować kanał wywiewny o wymiarach 200 x 150 mm, który powinien być usytuowany pod stropem pomieszczenia kotłowni.

#### **4.7. Rurociągi i armatura**

Rurociągi instalacyjne w kotłowni, na odcinku od kotła do rozdzielaczy, należy wykonać z rur stalowych czarnych wg PN - 74/H - 74200 łączonych przez spawanie. Armaturę, na połączenia gwintowane, należy stosować dla temperatury czynnika do 100°C i ciśnienia do 0,6 MPa.

#### **4.8. 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 kocioł, gdyż dopuszczalne ciśnienie dla kotła wynosi 2,5 bara !

#### **4.9. Izolacja rurociągów**

Po wykonaniu próby szczelności i sprawdzeniu wszystkich połączeń rurociągi należy zaizolować izolacją termiczną z pianki poliuretanowej typu Thermaflex FRZ o gr. 25 mm.

Całość prac związanych z budową kotłowni należy wykonać zgodnie z „Warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlano – montażowych” cz. II.

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.

**Uwaga:** 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

- obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną:  $Q_{co} = 175,4 \text{ kW}$ ,
- obliczeniowe parametry pracy instalacji c.o.:  $t_z/t_p = 80/60 \text{ }^\circ\text{C}$ ,
- wymagane ciśnienie dyspozycyjne:  $\Delta p = 40,2 \text{ kPa}$ ,
- kotłownia jednofunkcyjna – tylko na potrzeby c.o.

### 2. Dobór urządzeń technologicznych

#### 2.1. Dobór kotłów

Dla pokrycia obliczeniowego zapotrzebowania na moc cieplną na cele c.o. (w wysokości  $Q_{co} = 175,4 \text{ kW}$ ) zaprojektowano jeden kocioł wielopaliwowy firmy „HAMECH” Hajnówka typu KWH-180 o mocy cieplnej 180 kW.

#### Dane techniczne kotła:

- moc znamionowa: 180 kW,
- maksymalne ciśnienie robocze: 250 kPa,
- maksymalna temperatura wody:  $95 \text{ }^\circ\text{C}$ ,
- sprawność nominalna: 76 %,
- średnia temperatura spalin:  $200 \text{ }^\circ\text{C}$ ,
- wymagany ciąg kominowy: 40 Pa,
- zabezpieczenie kotła: system otwarty.

#### 2.2. Dobór zabezpieczenia kotła i instalacji grzewczej

Zgodnie z wymaganiami producenta zastosowane zostanie (jako zabezpieczenie kotła i instalacji c.o.) otwarte naczynie wzbiornicze – wg PN – 91/B – 02413.

- wymagana objętość użytkowa naczynia wzbiorniczego:

$$V_u = 1,1 * V * \rho_1 * \Delta v = 1,1 * 2,5 * 999,7 * 0,0244 = 67,1 \text{ (dm}^3\text{)}$$

gdzie:

$V = V_{inst} + V_{kot} = 1,5 + 1,0 = 2,5 \text{ m}^3$  – całkowita pojemność instalacji;

$\rho_1 = 999,7 \text{ kg/m}^3$  – gęstość wody przy temperaturze  $10 \text{ }^\circ\text{C}$ ;

$\Delta v = 0,0244 \text{ dm}^3/\text{kg}$  – przyrost objętości właściwej wody (dla  $t_m - t_1 = 60 \text{ }^\circ\text{C}$ );

- wymagana średnica wewnętrzna rury bezpieczeństwa (RB):

$$d_{RB} = 8,08 * \sqrt{Q} = 8,08 * \sqrt{175,4} = 44,5 \text{ (mm)}$$

- wymagana średnica wewnętrzna rury wzbiorczej (RW):

$$d_{RB} = 5,23 * \sqrt{Q} = 5,23 * \sqrt{175,4} = 23,3 \text{ (mm)}$$

- wymagana średnica wewnętrzna rury przelewowej (RP):

$$d_{RP} = d_{RB} = 44,5 \text{ (mm)}$$

Dla zabezpieczenia kotła i instalacji c.o. proponuje się wykorzystanie istniejącego, otwartego naczynia wzbiorczej typu B o pojemności użytkowej 200 dm<sup>3</sup> oraz istniejących przewodów:

- jedną rurę bezpieczeństwa  $\phi$  50 (dw = 53,0 mm), drugą rurę należy zaślepić;
- rurę wzbiorcza  $\phi$  40 (dw = 41,8 mm),
- rurę przelewową  $\phi$  50 (dw = 53,0 mm),
- rurę sygnalizacyjną  $\phi$  20.

### **2.3. Dobór komina**

Do odprowadzania spalin z kotła zaprojektowano jednościenny wkład kominowy typu MKS o średnicy Dn = 350 mm i wysokości 15 m. Komin i czopuch wykonany będzie ze stali nierdzewnej.

#### **Sprawdzenie wymiarów komina**

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

$$V_{su} = V_{su}^t + (\lambda - 1) * L_v = 5 + (1,5 - 1) * 4,36 = 7,18 \text{ (um}^3\text{/kg)}$$

gdzie:

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

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

$\lambda = 1,5$  – współczynnik nadmiaru powietrza przy spalaniu drewna;

$L_v$  – teoretyczne zapotrzebowanie na powietrze do spalania paliwa (um<sup>3</sup>/kg) – wyznaczone ze wzoru:

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

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

- objętość strumienia spalin w warunkach rzeczywistych:

$$V_{su} = B * V_{su} = \frac{Q}{Q_i * \eta} * V_{su} = \frac{150816,9}{3819 * 0,76} * 7,18 = 373,1 \text{ (um}^3\text{/h)}$$

gdzie:

$Q = 175,4 \text{ kW} = 150816,9 \text{ kcal/h}$  – maksymalne zapotrzebowanie na moc cieplną

$\eta = 0,76$  – nominalna sprawność kotła

$$V_{sr} = V_{su} * \frac{273 + t_s}{273} = 373,1 * \frac{273 + 200}{273} = 646,4 \text{ (m}^3\text{/h)}$$

- prędkość przepływu spalin przez kominy i czopuch o średnicy 350 mm:

$$w_{sp} = \frac{V_{sr}}{F_k * 3600} = \frac{646,4}{0,09 * 3600} = 2,0 \text{ (m/s)}$$

- opory przepływu spalin przez komin i czopuch:

$$\Delta p = R * L + \Sigma \zeta \frac{w_{sp}^2 * \rho}{2} = 0,14 * 16 + 1,2 \frac{2^2 * 0,84}{2} = 4,26 \text{ (Pa)}$$

- wymagany ciąg grawitacyjny komina:

$$\Delta p + \Delta p_k = 4,26 + 40 = 44,26 \text{ (Pa)}$$

- ciąg grawitacyjny komina:

$$\Delta H = h * g * (\rho_p - \rho_{sp}) = 14 * 9,81 * (1,2 - 0,84) = 49,4 \text{ (Pa)}$$

$$\Delta H = 49,4 \text{ Pa} > \Delta p + \Delta p_k = 44,26 \text{ Pa}$$

Wysokość komina ( $H = 15 \text{ m}$ ) i jego średnica ( $D = 350 \text{ mm}$ ) jest wystarczająca dla pokonania oporów przepływu spalin przez ciąg grawitacyjny komina.

## 2.4. Dobór pomp obiegowych c.o.

- wymagana wydajność pomp obiegowych:

$$G_p = \frac{Q_{co} * 3600}{(t_z - t_p) * c_p} = \frac{175,4 * 3600}{(80 - 60) * 4,19} = 7535 \text{ (kg/h)}$$

- wymagana wysokość podnoszenia pomp obiegowych:

$$H_p = 1,1 * (\Delta p_i + \Delta p_k) = 1,1 * (40,2 + 10) = 55,22 \text{ (kPa)}$$



Dobrano jedną pompę (o automatycznie dostosowywanych parametrach pracy) firmy GRUNDFOS typu UPED 32 – 120F o parametrach pracy:  $G_p = 8,0 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $H_p = 6,0 \text{ mH}_2\text{O}$ ,  $P = 35 - 415 \text{ W}$ ,  $I = 0,29 - 3,2 \text{ A}$ ,  $U = 1 \times 230 \text{ V}$ .

**Uwaga:** pompa musi być zamontowana na przewodzie pionowym, króćcem tłocznym do góry.

## **2.5. Dobór urządzeń zabezpieczających przed zanieczyszczeniami mechanicznymi**

W celu zabezpieczenia kotłowni i instalacji c.o. (z zaworami termostatycznymi) przed zanieczyszczeniami mechanicznymi, które mogą znajdować się w wodzie instalacyjnej zaprojektowano filtr dokładnego oczyszczania FS-1 o średnicy  $D_n = 65 \text{ mm}$  i  $k_v = 75 \text{ m}^3/\text{h}$ . Opory hydrauliczne na filtrze będą wynosiły:  $\Delta p = 1 \text{ kPa}$ . Ponadto, dla wstępnego oczyszczania wody, zaprojektowano magnetoodmulacz typu OISm 200/65, którego opory hydrauliczne będą wynosiły:  $\Delta p = 1 \text{ kPa}$ .

## **2.6. Wentylacja pomieszczenia kotłowni**

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

Nawiew:  $F_n = 0,5 \times F_k = 0,5 \times 0,09 = 0,045 \text{ m}^2$

Wywiew:  $F_w = 0,25 \times F_k = 0,25 \times 0,09 = 0,0225 \text{ m}^2$

Dla doprowadzenia powietrza zewnętrznego zaprojektowano kanał „zetowy” o wymiarach  $250 \times 200 \text{ mm}$  ( $F_n = 0,05 \text{ m}^2$ ) 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  $200 \times 150 \text{ mm}$  ( $F_w = 0,03 \text{ m}^2$ ), który należy zamontować pod stropem kotłowni.

### **WYKAZ ELEMENTÓW KOTŁOWNI**

<b>Lp.</b>	<b>Wyszczególnienie</b>	<b>Ilość [szt.]</b>	<b>Typ</b>	<b>Producent</b>
1	Kocioł stalowy o mocy Q = 180 kW	1 kpl.	KWH-180	„HAMECH” Hajnówka
2	Pompa obiegowa Gp = 8 m <sup>3</sup> /h, Hp = 6,0 m H <sub>2</sub> O, P = 35 – 415 W, U = 1 x 230 V, I = 0,29 – 3,2 A	1	UPED 32-120F	Grundfos
3	Magnetoodmulacz	1	OISm 200/65	„SPAŁ - TEST”
4	Filtr kołnierzowy φ 65	1	FS-1	„POLNA”
5	Zawór kulowy gwintowany φ 65	4		
6	Zawór zwrotny gwintowany φ 65	1	York	
7	Komin z czopuchem φ 350	1 kpl.	MKS	MK Żary
8	Zawór kulowy gwintowany φ 25	1		
9	Zawór kulowy gwintowany φ 15	11		
10	Kanał „Z – towy” nawiewny 250 x 200 mm (ze stali ocynkowanej)	1 kpl.		
11	Kanał wywiewny 200 x 150 mm	1 kpl.		
T	Termometr 0 – 100 °C	2		
M	Manometr 0 – 0,6 MPa	5		

### **WYKAZ ELEMENTÓW KOMINA I CZOPUCHA**

<b>Lp.</b>	<b>Wyszczególnienie elementów</b>	<b>Typ</b>	<b>Ilość [szt.]</b>
1	Rura o długości 1000 mm	RP1000	15
2	Rura o długości 500 mm	RP500	2
3	Płyta dachowa	DH	1
4	Trójnik 45°	TRS45°	1
5	Wyczystka	KPR	1
6	Przedłużenie wyczystki	Z500	1
7	Drzwiczki wyczystki	DR	1
8	Odskrapacz	ODZ	1
9	Element nastawny	RPJ	1
10	Kolano skrętne 0 – 45°	SK	1
11	Obejma rury	OB	20
12	Granulat izolacyjny		2,4 m <sup>3</sup>

**Uwaga: czopuch zaizolować matami z wełny mineralnej  
gr. 50 mm z powłoką aluminiową**

Kanał „zetowy” nawiewny 250 x 200  
z czerpnią 2 m nad terenem

Kratka wywiewna  
200 x 150 mm

SKŁAD OPAŁU

Istniejące naczynie  
wzbiorcze

Istniejące  
przewody

KOTŁOWNIA

Istniejące naczynie  
wzbiorcze

Istniejące  
przewody

KOTŁOWNIA

Stalowy pojemnik  
na popiół

Istniejąca studzienka  
schładzająca

Zaślepić

Według projektu modernizacji  
instalacji c.o.

Projekt modernizacji kotłowni w Szkole Podstawowej Nr 2		
Bielsk Podlaski ul. Wysockiego 6		
<b>RZUT KOTŁOWNI</b>		
Branża sanitarna	Skala	1 : 50
mgr inż. Barbara Stempniak	Nr rys.:	2

Projekt modernizacji kotłowni w Szkole Podstawowej Nr 2		
Bielsk Podlaski ul. Wysockiego 6		
<b>SCHEMAT TECHNOLOGICZNY</b>		
Branża sanitarna	Skala	
mgr inż. Barbara Stempniak	Nr rys.:	1

Projekt modernizacji kotłowni w Szkole Podstawowej Nr 2		
Bielsk Podlaski ul. Wysockiego 6		
<b>PRZEKROJE KOTŁOWNI</b>		
Branża sanitarna	Skala	1 : 50
mgr inż. Barbara Stempniak	Nr rys.:	3