Narodowa Agencja Poszanowania Energii S.A.
Oddział w Białymstoku
ul. Młynowa 21

P R O J E K T

KOTŁOWNI OLEJOWEJ

FAZA	:	**PROJEKT BUDOWLANO – WYKONAWCZY**
OBIEKT	:	**Urząd Gminy w Kobylinie – Borzymach** **ul. Główna 11**
INWESTOR	:	**Urząd Gminy** **18 - 204 Kobylin – Borzymy** **ul. Główna 11**
AUTOR	:	**mgr inż. Barbara Stempniak**
OPRACOWAŁ	:	**dr inż. Andrzej Stempniak** **mgr inż. Joanna Dawidowicz**

S P I S T R E Ś C I:

1. **Opis techniczny**
2. **Obliczenia i dobór urządzeń**
3. **Rzut piwnic 1 : 100 Rys. nr 1.**
4. **Schemat technologiczny kotłowni Rys. nr 2.**
5. **Rzut kotłowni 1 : 50 Rys. nr 3.**
6. **Przekroje kotłowni 1 : 50 Rys. nr 4.**

Białystok, sierpień 2007 r.

O P I S T E C H N I C Z N Y

1. Temat i zakres opracowania

Tematem opracowania jest projekt wykonawczy kotłowni olejowej dla budynku Urzędu Gminy w Kobylinie – Borzymach przy ul. Głównej 11. Obecnie budynek ten jest ogrzewany z kotłowni węglowej. Nowe urządzenia technologiczne kotłowni zostaną dostosowane do obniżonego zapotrzebowania na moc cieplną dla instalacji c.o. (z tytułu termomodernizacji budynku).

2. Podstawa opracowania

Podstawą wykonania projektu były:

- Zlecenie inwestora,
- „Audyt energetyczny budynku Urzędu Gminy w Kobylinie - Borzymach", NAPE S.A. Oddział w Białymstoku, 2007 r.;
- „Projekt budowlano – wykonawczy instalacji c.o. dla budynku Urzędu Gminy w Borzymach", NAPE S.A. Oddział w Białymstoku, 2007 r.;
- Inwentaryzacja istniejącej kotłowni węglowej;
- Polskie Normy i wytyczne projektowania.

3. Dane wyjściowe do projektu

- obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną: Qco = 37,5 kW, w tym
  - dla pomieszczeń Urzędu Gminy: Qco = 26,9 kW
  - dla mieszkań na II piętrze: Qco = 10,6 kW
- obliczeniowe parametry pracy instalacji c.o.: tz/tp = 80/60 ^{o}C,
- wymagane ciśnienie dyspozycyjne: Δp = 7,40 kPa,
- pojemność wodna instalacji c.o.: $V_{inst.}$ = 282,4 dm^3,
- kotłownia jednofunkcyjna c.o. – z rozdzieloną regulacją dla pomieszczeń Urzędu Gminy i mieszkań na II piętrze.

4. Projektowana kotłownia

4.1. Kotły

Dla pokrycia obliczeniowego zapotrzebowania na moc cieplną na cele c.o. (w wysokości Qco = 37,5 kW) zaprojektowano jeden kocioł żeliwny firmy BUDERUS typu Logano G 125 SE - wielkość 40 kW. Kocioł wyposażony będzie w palnik olejowy

typu Logatom SE oraz tablicę sterującą typu Logomatic R4211 z dodatkowym modułem FM442 dla realizacji regulacji „pogodowej” za pomocą dwóch niezależnych mieszaczy firmy HONEYWELL.

Parametry techniczne kotła są następujące:

- nominalna moc cieplna: 34 - 40 kW
- maksymalne ciśnienie robocze: 4 bary,
- maksymalna temperatura wody: 100 ^{o}C,
- sprawność nominalna: 94 %,
- średnia temperatura spalin: 175 - 198 ^{o}C,
- wymagany ciąg kominowy: 0,0 Pa,
- pojemność wodna: 47 dm^3,
- opory hydrauliczne kotła: 1,3 mbara,
- średnica czopucha: ϕ 130 mm.

4.2. Zabezpieczenie kotła i instalacji grzewczej

Dla zabezpieczenia kotła i instalacji przed przekroczeniem dopuszczalnego ciśnienia zaprojektowano (wg PN – 82/M – 74101) zawór bezpieczeństwa firmy SYR typu 1915 o średnicy Dn = 15 mm i Do = 12 mm z nastawą ciśnienia otwarcia 3,0 bary. Zawór bezpieczeństwa należy zamontować bezpośrednio na kotle.

Dla zabezpieczenia instalacji przed przyrostem objętości wody instalacyjnej zaprojektowano (wg PN – B – 02414) przeponowe naczynie wzbiorcze firmy REFLEX typu N 35 o pojemności użytkowej Vu = 10 dm^3 i objętości całkowitej Vc = 35 dm^3 przy ciśnieniu statycznym p_{st} = 1,5 bar i ciśnieniu maksymalnym p_{max} = 3,0 bary. Naczynie przeponowe należy połączyć z instalacją c.o. rurą wzbiorczą o średnicy DN = 20 mm, na której należy zamontować manometr kontrolny i połączenie kołnierzowe.

UWAGA: połączenie kołnierzowe na rurze wzbiorczej do naczynia przeponowego zaprojektowano w celu umożliwienia odcięcia naczynia na okres wykonywania próby ciśnieniowej instalacji c.o., gdyż dopuszczalne ciśnienie maksymalne dla naczynia wynosi p_{max} = 3,0 bary i jest mniejsze od ciśnienia stosowanego przy wykonywaniu próby szczelności instalacji c.o.. W okresie wykonywania próby szczelności instalacji c.o. połączenie kołnierzowe należy rozłączyć i zaślepić. Natomiast przed przystąpieniem do uruchomienia kotłowni należy ponownie podłączyć naczynie do instalacji c.o.

4.3. Odprowadzenie spalin

Do odprowadzenia spalin z kotła zaprojektowano wkład kominowy typu MKS o średnicy Dn = 150 mm. Wysokość komina wynosi około 11 m i zapewnia wymagany ciąg kominowy. Czopuch należy wykonać z elementów izolowanych typu MKD o średnicy Dn = 150 mm.

4.4. Pompy obiegowe

Dla zapewnienia obiegu czynnika grzejnego w instalacjach c.o. zaprojektowano dwie niezależne pompy (plus jedna jako rezerwa magazynowa) firmy GRUNDFOS typu UPE 25 – 40 (A) o parametrach pracy: Gp = 0 – 2,0 m^3/h, Hp = 1,0 – 3,0 m H_20, P = 40 – 120 W, I = 0,28 – 0,44 A, U = 1 x 230 V.

4.5. Zabezpieczenie instalacji przed zanieczyszczeniami

Dla dokładnego oczyszczania wody kotłowej zaprojektowano filtr dokładnego oczyszczania firmy POLNA typu FS - 1 ϕ 32.

4.6. Magazynowanie oleju

Do przechowywania paliwa dobrano jeden zbiornik na olej opałowy firmy SCHUTZ o objętości 2000 dm^3. Zbiornik powinien być wyposażony w pakiet podstawowy typu A (z flexoblokiem) oraz w mechaniczny wskaźnik poziomu oleju firmy OVENTROP. Paliwo ze zbiornika do kotła powinno być doprowadzone przewodami miedzianymi o średnicy 10 x 1 mm. Przed palnikiem należy zamontować filtr oleju (z powrotem z palnika) dla instalacji dwuprzewodowych (firmy OVENTROP) z wkładem ze spieku Siku 50 – 75 mikronów. Filtr z palnikiem należy połączyć przewodami giętkimi (firmy OVENTROP) o długości 750 mm i średnicy Dn = 10 mm.

Do napełniania zbiornika projektuje się rurę zalewową ze stali ocynkowanej o średnicy Dn 50 mm. Rura na zewnątrz budynku powinna być zabezpieczona zamknięciem 2” firmy OVENTROP.

Do odpowietrzania zbiornika projektuje się rurę odpowietrzającą ze stali ocynkowanej, która powinna być zabezpieczona kołpakiem odpowietrzającym 2” firmy OVENTROP. Kołpak odpowietrzający powinien być usytuowany około 2 m nad poziomem terenu.

Zbiornik na olej należy ustawić w tacy awaryjnej w pomieszczeniu kotłowni. Wysokość tacy awaryjnej powinna wynosić 0,72 m (przy wymiarach 3,5 x 1,23 m) i do tej wysokości ściany i podłogę tacy należy zabezpieczyć przed wsiąkaniem oleju poprzez pomalowanie środkiem gruntującym (np.: Sinodur) lub wyłożenie terakotą.

4.7. Wentylacja kotłowni i magazynu oleju

a). Wentylacja kotłowni

Dla doprowadzenia powietrza zewnętrznego zaprojektowano kanał „zetowy” o wymiarach 200 x 150 mm (Fn = 0,03 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 0,3 m nad posadzką pomieszczenia kotłowni. Natomiast dla usuwania powietrza z kotłowni zaprojektowano kanał wywiewny o wymiarach 100 x 100 mm (Fw = 0,01 m^2), który należy zamontować pod stropem pomieszczenia.

a). Wentylacja magazynu oleju

Dla doprowadzenia powietrza zewnętrznego zaprojektowano kanał „zetowy” o wymiarach 100 x 100 mm (Fn = 0,01 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 0,3 m nad posadzką pomieszczenia magazynu. Natomiast dla usuwania powietrza z magazynu zaprojektowano kanał wywiewny o wymiarach 100 x 100 mm (Fw = 0,01 m^2), który należy zamontować pod stropem pomieszczenia.

4.8. Rurociągi i armatura

Rurociągi instalacyjne w kotłowni należy wykonać z rur stalowych czarnych wg PN - 74/H - 74200 łączonych przez spawanie. Jako armaturę należy zastosować zawory kulowe i zwrotne, gwintowane, dla temperatury czynnika do 100°C i ciśnienia do 0,6 MPa. Do pomieszczenia kotłowni należy doprowadzić wodę zimną przewodami stalowymi ocynkowanymi Dn 15 mm, które należy zakończyć zaworem kulowym z końcówką do węża.

4.9. Licznik ciepła

Dla kontroli ilości energii cieplnej wyprodukowanej przez projektowaną kotłownię olejową zaprojektowano ultradźwiękowy licznik ciepła firmy Danfoss typu SHARKY – HEAT model 773 o przepływie nominalnym qn = 2,5 m^3/h - nr katalogowy: 087G6578. Opory hydrauliczne licznika ciepła (dla przepływu 1,63 m^3/h) będą wynosiły 3,0 kPa. Licznik należy zamontować na przewodzie wody powrotnej (wg części rysunkowej projektu)

4.10. 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 oraz naczynie przeponowe, dla których dopuszczalne ciśnienie wynosi odpowiednio 4,0 i 3,0 bary!

4.11. Izolacja rurociągów

Po wykonaniu próby szczelności i sprawdzeniu wszystkich połączeń rurociągi należy oczyścić z rdzy i pomalować farbą miniową oraz powierzchniową, a następnie zaizolować izolacją termiczną z pianki poliuretanowej typu Thermaflex FRZ o gr. 25 mm.

5. Wytyczne eksploatacji

- stosować rodzaj paliwa przewidziany przez producenta (lekki olej opałowy - EL),
- instalacje zabezpieczające kotłownię powinny być sprawne,
- przestrzegać zakazu palenia tytoniu w pomieszczeniu kotłowni,
- na drzwiach wejściowych zamieścić tabliczkę „Zakaz palenia”,
- kotły powinny posiadać instrukcję eksploatacji, z którą winna być zapoznana obsługa,

- kotłownia powinna być wyposażona w instrukcję przeciwpożarowego zabezpieczenia i postępowania na wypadek pożaru,
- obsługa powinna posiadać uprawnienia energetyczne typu „E” do nadzoru i eksploatacji kotłowni opalanych olejem opałowym,
- podczas prac remontowych zabronione jest używanie otwartego ognia, a gdy zaistnieje taka konieczność, trzeba ściśle stosować się do wytycznych prowadzenia prac spawalniczych w warunkach zagrożonych pożarem i wybuchem,
- urządzenia do używania regulacji, napraw i czyszczenia muszą być wykonane z materiałów nie iskrzących,
- wszystkie przewody powinny być uziemione,
- instalacje elektryczne wykonać jak dla pomieszczeń zagrożonych pożarem, a szafkę rozdzielczą należy zamontować poza obrębem kotłowni (w bezpośrednim sąsiedztwie),
- zbiornik oleju powinien być uziemiony w celu odprowadzania ładunków elektrostatycznych,
- posadzka powinna być wykonana z materiałów nie iskrzących, antyelektrostatycznych;
- drzwi do kotłowni powinny być klasy odporności ogniowej EI 30;
- drzwi do magazynu oleju powinny być klasy odporności ogniowej EI 60.

6. Wytyczne budowlane

W celu przystosowania adaptowanego pomieszczenia na potrzeby kotłowni olejowej i magazynu oleju należy wykonać następujące prace budowlane:

- przeprowadzić remont posadzki pod ułożenie terakoty;
- przeprowadzić remont tynków ścian i sufitu pod malowanie i ułożenie glazury;
- wykonać ściankę działową z cegły pełnej o gr. 12,5 cm (w celu wydzielenia pomieszczenia dla magazynu paliwa) z drzwiami o odporności ogniowej EI 60;
- wykonać fundament (pod kocioł olejowy);
- wykonać posadzkę z terakoty nie iskrzącej;
- w magazynie oleju wykonać ściankę tacy awaryjnej - z cegły pełnej gr. 12,5 cm o wysokości co najmniej 72 cm;
- wykonać przebicia w ścianach: dla przewodów wentylacyjnych i czopucha oraz instalacji c.o.;
- wnętrze tacy awaryjnej wyłożyć glazurą odporną na działanie oleju opałowego;
- pomalować dwukrotnie farbą emulsyjną ściany i sufity pomieszczeń;
- zamontować, w otworze wejściowym do kotłowni, drzwi o klasie odporności ogniowej EI 30.

7. Wytyczne elektryczne

W celu przystosowania adaptowanego pomieszczenia na potrzeby kotłowni olejowej i magazynu oleju należy wykonać następujące prace elektryczne:

- pomieszczenie kotłowni wyposażyć w wydzieloną rozdzielnię elektryczną oraz awaryjny wyłącznik prądu – dostępny na zewnątrz pomieszczenia i trwale oraz czytelnie oznakowany;

- instalacje elektryczne wykonać jak dla pomieszczeń zagrożonych pożarem, a szafkę rozdzielczą zamontować poza obrębem kotłowni (w bezpośrednim sąsiedztwie),
- w rozdzielni przewidzieć gniazdo do przenośnego oświetlenia na napięcie bezpieczne oraz gniazdo na 230 V;
- w pomieszczeniu kotłowni i magazynu oleju zastosować szczelne oprawy oświetleniowe;
- wykonać instalację zasilającą do sterownika kotła (wg DTR sterownika);
- wykonać podłączenia elektryczne pomp obiegowych oraz siłowników elektrycznych przy mieszaczach (wg DTR tych urządzeń);
- wykonać podłączenia czujników temperatury do sterownika kotłowego (wg DTR sterownika);
- wszystkie przewody stalowe powinny być uziemione;
- zbiornik oleju powinien być uziemiony w celu odprowadzania ładunków elektrostatycznych.

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

Uwaga: Wszystkie urządzenia technologiczne zastosowane w kotłowni powinny posiadać certyfikaty, znak bezpieczeństwa typu B lub deklarację zgodności i znak CE. 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.

Uwaga: zaprojektowana kotłownia jest bezobsługowa. Ewentualny nadzór nie powinien przekraczać 2 godzin w ciągu dnia.

Autor opracowania:
mgr inż. Barbara Stempniak

O B L I C Z E N I A I D O B Ó R U R Z Ą D Z E Ń

1. Dane wyjściowe

- obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną: Qco = 37,5 kW,
- obliczeniowe parametry pracy instalacji c.o.: tz/tp = 80/60 ^{o}C,
- wymagane ciśnienie dyspozycyjne: Δp = 7,4 kPa,
- pojemność wodna instalacji c.o.: Vi = 282,4 dm^3,
- kotłownia jednofunkcyjna c.o. – z rozdzieloną regulacją dla pomieszczeń Urzędu Gminy i mieszkań na II piętrze.

2. Dobór urządzeń technologicznych

2.1. Dobór kotłów

Dla pokrycia obliczeniowego zapotrzebowania na moc cieplną na cele c.o. (w wysokości Qco = 37,5 kW) zaprojektowano jeden kocioł żeliwny firmy BUDERUS typu Logano G 125 SE - wielkość 40 kW. Kocioł wyposażony będzie w palnik olejowy typu Logatom SE oraz tablicę sterującą typu Logomatic R4211 z dodatkowym modułem FM442 dla realizacji regulacji „pogodowej" za pomocą dwóch niezależnych mieszaczy firmy HONEYWELL.

Parametry techniczne kotła są następujące:

- nominalna moc cieplna: 34 - 40 kW
- maksymalne ciśnienie robocze: 4 bary,
- maksymalna temperatura wody: 100 ^{o}C,
- sprawność nominalna: 94 %,
- średnia temperatura spalin: 175 - 198 ^{o}C,
- wymagany ciąg kominowy: 0,0 Pa,
- pojemność wodna: 47 dm^3,
- opory hydrauliczne kotła: 1,3 mbara,
- średnica czopucha: ϕ 130 mm.

2.2. Dobór zaworów mieszających

Dla zrealizowania niezależnej regulacji „pogodowej" parametrów pracy instalacji c.o. zasilającej pomieszczenia Urzędu Gminy i mieszkań na II piętrze budynku zaprojektowano oddzielne zawory mieszające firmy HONEYWELL.

a). instalacja zasilająca pomieszczenia Urzędu Gminy

Dla tej instalacji dobrano zawór mieszający typu DR32GMLA o średnicy Dn = 32 mm i kv = 16,0 m^3/h. Zawór ten będzie współpracował z siłownikiem elektrycznym typu VMM 20 (230 V, 90°) tej samej firmy. Opory hydrauliczne na zaworze mieszającym będą wynosiły:

$$\Delta p = \left(\frac{G}{kv}\right)^2 = \left(\frac{1{,}17}{16{,}0}\right)^2 = 0{,}0053 \text{ bara} = 5{,}30 \text{ kPa}$$

b). <u>instalacja zasilająca mieszkania na II piętrze</u>

Dla tej instalacji dobrano zawór mieszający typu DR20GMLA o średnicy Dn = 20 mm i kv = 6,3 m^3/h. Zawór ten będzie współpracował z siłownikiem elektrycznym typu VMM 20 (230 V, 90°) tej samej firmy. Opory hydrauliczne na zaworze mieszającym będą wynosiły:

$$\Delta p = \left(\frac{G}{kv}\right)^2 = \left(\frac{0{,}46}{6{,}3}\right)^2 = 0{,}0053 \text{ bara} = 5{,}30 \text{ kPa}$$

2.3. <u>Dobór zabezpieczeń kotła i instalacji grzewczej</u>

a). <u>Dobór zaworu bezpieczeństwa</u>

Dla zabezpieczenia kotła przed przekroczeniem dopuszczalnego ciśnienia zaprojektowano zawór bezpieczeństwa wg PN – 82/M – 74101:

- <u>teoretyczna jednostkowa przepustowość zaworu bezpieczeństwa</u>:

$$q_m = 1414{,}5 * \sqrt{(p_1 - p_2) * \rho} = 1414{,}5 * \sqrt{(0{,}3 - 0) * 980} = 24251{,}9 \text{ kg/(m}^2\text{ s)}$$

- <u>przepustowość zaworu bezpieczeństwa</u>:

$$Q = q_m * F * \alpha \quad [\text{kg/s}]$$

stąd wymagany przekrój przelotu gniazda zaworu będzie wynosił:

$$F = \frac{Q}{q_m * \alpha} = \frac{0{,}4528}{24251{,}9 * 0{,}225} = 0{,}000083 \text{ m}^2$$

- <u>wymagana średnica siedliska zaworu bezpieczeństwa</u>:

$$d_o = \sqrt{\frac{4 * F}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 * 0{,}000083}{3{,}14}} = 0{,}0103 \text{ m} = 10{,}3 \text{ mm}$$

Dobrano zawór bezpieczeństwa firmy SYR typ 1915 o średnicy Dn = 15 mm i Do = 12 mm. Nastawa zaworu: 3 bary.

b). <u>Dobór naczynia wzbiorczego dla zabezpieczenia instalacji c.o.:</u>

Dla zabezpieczenia instalacji c.o. przed przyrostem objętości czynnika grzewczego zaprojektowano zamknięte naczynie wzbiorcze przeponowe wg PN – B – 02414.

- <u>wymagana pojemność użytkowa naczynia przeponowego</u>:

$$V_u = V * \rho * \Delta v = 0{,}3294 * 999{,}7 * 0{,}0287 = 9{,}45 \text{ dm}^3$$

gdzie:
$V = V_{inst} + V_{kot} = 0{,}2824 + 0{,}047 = 0{,}3294$ m^3 – całkowita pojemność instalacji;
$\rho_1 = 999{,}7$ kg/m^3 – gęstość wody przy temperaturze 10 ^{o}C;
$\Delta v = 0{,}0287$ dm^3/kg – przyrost objętości właściwej wody;

- <u>wymagana pojemność całkowita naczynia przeponowego</u>:

$$V_n = V_u * \frac{p_{\max} + 1}{p_{\max} - p} = 9{,}45 * \frac{3{,}0 + 1}{3{,}0 - 1{,}2} = 21{,}0 \text{ dm}^3$$

$p = p_{st} + 0{,}2 = 1{,}0 + 0{,}2 = 1{,}2$ bara

Dobrano naczynie przeponowe firmy REFLEX typu N 35 o Vn = 35 dm^3 i Vu = 10 dm^3 przy $p_{max} = 3{,}0$ bara i $p_{st} = 1{,}5$ bara.

- <u>wymagana średnica rury wzbiorczej</u>:

$$d_{RW} = 0{,}7 * \sqrt{V_u} = 0{,}7 * \sqrt{10} = 2{,}21 \text{ mm}$$

Dobrano średnicę rury wzbiorczej $d_{RW} = 20$ mm.

c). <u>Dobór filtra dokładnego oczyszczania</u>

Dla dokładnego oczyszczania wody instalacyjnej dobrano filtr typu FS – 1 Dn = 32 mm o kv = 20,0 m^3/h. Opory hydrauliczne na filtrze będą wynosiły:

$$\Delta p = \left(\frac{G}{kv}\right)^2 = \left(\frac{1{,}63}{20{,}0}\right)^2 = 0{,}0064 \text{ bara} = 6{,}40 \text{ kPa}$$

2.4. <u>Dobór komina</u>

Do odprowadzania spalin z kotła zaprojektowano wkład kominowy typu MKS o średnicy Dn = 150 mm i wysokości 11,0 m. Czopuch należy wykonać z elementów dwuściennych typu MKD o średnicy Dn = 150 mm.

<u>Sprawdzenie wymiarów komina</u>

- <u>teoretyczna jednostkowa objętość spalin powstających przy spaleniu 1 kg paliwa</u>:

$$V_{su} = V_{su}^t + (\lambda - 1) * L_v = 40{,}11 + (1{,}2 - 1) * 33{,}45 = 46{,}80 \text{ (um}^3\text{/kg pal.)}$$

gdzie:

λ = 1,2 – współczynnik nadmiaru powietrza przy spalaniu oleju opałowego;

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

$$V_{su}^{t} = \frac{0{,}955 * Qi}{1000} = \frac{0{,}955 * 42000}{1000} = 40{,}11 \text{ (um}^3\text{/kg)}$$

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

$$L_v = \frac{0{,}756 * Qi}{1000} + 1{,}70 = \frac{0{,}756 * 42000}{1000} + 1{,}70 = 33{,}45 \text{ (um}^3\text{/kg)}$$

Qi = 42000 kJ/kg – średnia wartość opałowa lekkiego oleju opałowego;

- <u>objętość strumienia spalin w warunkach rzeczywistych</u>:

$$V_{su} = B * V_{su} = \frac{Q * 3600}{Qi * \eta} * V_{su} = \frac{42 * 3600}{42000 * 0{,}94} * 46{,}8 = 179{,}23 \text{ (um}^3\text{/h)}$$

gdzie:
Q = 42 kW – maksymalne moc cieplna kotła
η = 0,94 – nominalna sprawność kotła

$$V_{sr} = V_{su} * \frac{273 + t_s}{273} = 179{,}23 * \frac{273 + 196}{273} = 307{,}9 \text{ (m}^3\text{/h)}$$

- <u>prędkość przepływu spalin przez kominy i czopuch o średnicy 150 mm</u>:

$$w_{sp} = \frac{V_{sr}}{F_k * 3600} = \frac{307{,}9}{0{,}0177 * 3600} = 4{,}84 \text{ (m/s)}$$

- <u>opory przepływu spalin przez komin i czopuch</u>:

$$\Delta p = R * L + \Sigma\zeta \frac{w_{sp}^2 * \rho}{2} = 1{,}67 * 13 + 1{,}2 \frac{4{,}84^2 * 0{,}81}{2} = 33{,}09 \text{ (Pa)}$$

Opory miejscowe:
- kolano 90°: 0,6
- trójnik 45°: 0,6

- <u>wymagany ciąg grawitacyjny komina</u>:

$$\Delta p + x = 33{,}1 + 0 = 33{,}1 \text{ (Pa)}$$

- <u>ciąg grawitacyjny komina</u>:

$$\Delta H = h * g * (\rho_p - \rho_{sp}) = 11{,}0 * 9{,}81 * (1{,}24 - 0{,}81) = 46{,}40 \text{ (Pa)}$$

ΔH = 46,4 Pa > Δp + x = 33,1 Pa

Wysokość komina (H = 11,0 m) i jego średnica (D = 150 mm) jest wystarczająca dla pokonania oporów przepływu spalin przez ciąg grawitacyjny komina.

2.5. Dobór zbiorników oleju

- sezonowe zużycie energii cieplnej na cele c.o.:

$$Eco = \frac{Qco}{\Delta t_{obl}} * 24 * Sd * 3{,}6 = \frac{0{,}0375}{42{,}0} * 24 * 4245 * 3{,}6 = 327{,}5 \text{ (GJ/sezon)}$$

gdzie:
Qco = 37,5 kW = 0,0375 MW – obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną,
$\Delta t_{obl} = 42$ ^{o}C – obliczeniowa różnica temperatur;
Sd = 4245 – liczba stopniodni standardowego sezonu grzewczego.

- sezonowe zużycie lekkiego oleju opałowego na cele c.o.:

$$B = \frac{Eco}{Qi * \eta_i * \rho * \eta_k} = \frac{327{,}5}{42 * 0{,}95 * 0{,}86 * 0{,}85} = 11{,}2 \text{ (m}^3\text{/sezon)}$$

gdzie:
Qi = 42 MJ/kg – średnia wartość opałowa lekkiego oleju opałowego,
η_i = 0,95 – sprawność eksploatacyjna instalacji c.o.,
η_k = 0,85 – sprawność eksploatacyjna kotła,
ρ = 0,86 kg/dm^3 – gęstość lekkiego oleju opałowego.

- zbiorniki oleju opałowego:

Zakłada się, że tankowanie zbiorników będzie odbywało się jeden raz w miesiącu, stąd wymagana objętość zbiorników będzie wynosiła:

$$Vz = \frac{B}{7} = \frac{11{,}2}{7} = 1{,}604 \text{ (m}^3\text{)}$$

Dobrano jeden zbiornik na olej opałowy firmy SCHUTZ o objętości 2000 dm^3. Zbiorniki powinny być wyposażony w pakiet podstawowy typu A (z flexoblokiem) oraz w mechaniczny wskaźnik poziomu oleju firmy OVENTROP. Paliwo ze zbiornika do kotła powinno być doprowadzone przewodami miedzianymi o średnicy ϕ 10 x 1 mm. Przed palnikiem należy zamontować filtr oleju (z powrotem z palnika) dla instalacji dwuprzewodowych (firmy OVENTROP) z wkładem ze spieku Siku 50 – 75 mikronów. Filtr z palnikiem należy połączyć przewodami giętkimi (firmy OVENTROP) o długości 750 mm i średnicy Dn = 10 mm.

Zbiornik na olej należy ustawić w tacy awaryjnej (o wymiarach: 3,5 x 1,23 m), w pomieszczeniu magazynu paliwa. Wysokość tacy awaryjnej powinna wynosić:

$$H = \frac{Vz}{F - Fz} = \frac{2{,}0}{4{,}305 - 1{,}54} = 0{,}72 \text{ (m)}$$

Ściany i podłogę tacy awaryjnej należy zabezpieczyć przed wsiąkaniem oleju poprzez pomalowanie preparatem gruntującym (np.: Sinodur) lub przez wyłożenie terakotą.

Do napełniania zbiornika projektuje się rurę zalewową ze stali ocynkowanej o średnicy Dn 50 mm. Rura na zewnątrz budynku powinna być zabezpieczona zamknięciem 2" firmy OVENTROP.

Do odpowietrzania zbiornika projektuje się rurę odpowietrzającą ze stali ocynkowanej, która powinna być zabezpieczona kołpakiem odpowietrzającym 2" firmy OVENTROP. Kołpak odpowietrzający powinien być usytuowany około 2,5 m nad poziomem terenu.

2.6. Dobór licznika ciepła

Dla kontroli ilości energii cieplnej wyprodukowanej przez projektowaną kotłownię olejową zaprojektowano ultradźwiękowy licznik ciepła firmy Danfoss typu SHARKY – HEAT model 773 o przepływie nominalnym qn = 2,5 m^3/h - nr katalogowy: 087G6578. Opory hydrauliczne licznika ciepła (dla przepływu 1,63 m^3/h) będą wynosiły 3,0 kPa. Licznik należy zamontować na przewodzie wody powrotnej (wg części rysunkowej projektu)

2.7. Dobór pomp obiegowych c.o.

a). Dobór pomp obiegowych dla instalacji c.o. zasilającej pomieszczenia Urzędu Gminy:

- wymagana wydajność pomp obiegowych:

$$Gp = \frac{Qco * 3600}{(t_z - t_p) * c_p} = \frac{26{,}9 * 3600}{(80 - 60) * 4{,}19} = 1156 \text{ (kg/h)}$$

- wymagana wysokość podnoszenia pomp obiegowych:

$$Hp = 1{,}1 * (\Delta p_i + \Delta p_k) = 1{,}1 * (7{,}4 + 9{,}98) = 19{,}12 \text{ (kPa)}$$

gdzie:

Δp_i = 7,4 kPa – wymagane ciśnienie dyspozycyjne dla instalacji c.o.,

Δp_k – opory hydrauliczne w obrębie kotłowni (kPa), na które składają się:

- opory kotła: 0,13 kPa;
- opory zaworu mieszającego: 5,30 kPa
- opory filtra FS - 1: 0,64 kPa
- opory licznika ciepła: 3,00 kPa
- opory na przewodach: 0,91 kPa

Dobrano dwie pompy (w tym jedna jako rezerwa magazynowa) firmy GRUNDFOS typu UPE 25 – 40A o parametrach pracy: Gp = 0 - 2 m^3/h, Hp = 1 - 3 m H_20, P = 40 – 120 W, I = 0,28 – 0,44 A, U = 1 x 230 V.

b). Dobór pomp obiegowych dla instalacji c.o. zasilającej mieszkania:

- wymagana wydajność pomp obiegowych:

$$Gp = \frac{Qco * 3600}{(t_z - t_p) * c_p} = \frac{10{,}6 * 3600}{(80 - 60) * 4{,}19} = 455 \text{ (kg/h)}$$

- wymagana wysokość podnoszenia pomp obiegowych:

$$Hp = 1{,}1 * (\Delta p_i + \Delta p_k) = 1{,}1 * (7{,}4 + 10{,}39) = 19{,}57 \text{ (kPa)}$$

gdzie:

Δp_i = 7,4 kPa – wymagane ciśnienie dyspozycyjne dla instalacji c.o.,

Δp_k – opory hydrauliczne w obrębie kotłowni (kPa), na które składają się:

- opory kotła: 0,13 kPa;
- opory zaworu mieszającego: 5,30 kPa
- opory filtra FS - 1: 0,64 kPa
- opory licznika ciepła: 3,00 kPa
- opory na przewodach: 1,32 kPa

Dobrano jedną pompę firmy GRUNDFOS typu UPE 25 – 40A o parametrach pracy: Gp = 0 - 2 m^3/h, Hp = 1 - 3 m H_20, P = 40 – 120 W, I = 0,28 – 0,44 A, U = 1 x 230 V.

2.8. Wentylacja pomieszczenia kotłowni i magazynu oleju

a). Wentylacja pomieszczenia kotłowni:

Zgodnie z wymaganiami stawianymi kotłowniom na lekki olej opałowy (wg „Warunki techniczne wykonywania i odbioru kotłowni na paliwa olejowe i gazowe", wydanie II) ilość powietrza wentylacyjnego powinna wynosić:

Nawiew: Vn = Qk x 2,1 = 42,0 x 2,1 = 88,2 m^3/h = 0,0245 m^3/s

Wywiew: Vu = Qk x 0,5 = 42,0 x 0,5 = 21,0 m^3/h = 0,0058 m^3/s

Przy założonej prędkości przepływu powietrza wentylacyjnego, w wysokości 1 m/s, wymagane przekroje poprzeczne przewodów wentylacyjnych będą wynosiły:

- Fn = 0,0245 m^2,
- Fw = 0,0058 m^2.

Dla doprowadzenia powietrza zewnętrznego zaprojektowano kanał „zetowy" o wymiarach 200 x 150 mm (Fn = 0,03 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 0,3 m nad posadzką pomieszczenia kotłowni. Natomiast dla usuwania powietrza zaprojektowano kanał wywiewny o wymiarach 100 x 100 mm (Fw = 0,01 m^2), który należy zamontować pod stropem pomieszczenia.

a). Wentylacja magazynu oleju:

Zgodnie z wymaganiami stawianymi magazynom na lekki olej opałowy (wg „Warunki techniczne wykonywania i odbioru kotłowni na paliwa olejowe i gazowe", wydanie II) ilość powietrza wentylacyjnego powinna wynosić od 2 do 4 wymian na godzinę. Stąd, dla 2 wymian na godzinę, ilość powietrza wentylacyjnego wyniesie:

$Vn = Vu = 2 \times 2,2 \times 3,5 \times 2,3 = 35,4\ m^3/h = 0,00984\ m^3/s$

Przy założonej prędkości przepływu powietrza wentylacyjnego, w wysokości 1 m/s, wymagane przekroje poprzeczne przewodów wentylacyjnych będą wynosiły:

- $Fn = Fw = 0,00984\ m^2$,

Dla doprowadzenia powietrza zewnętrznego zaprojektowano kanał „zetowy" o wymiarach 100 x 100 mm ($Fn = 0,01\ m^2$) 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 0,3 m nad posadzką pomieszczenia kotłowni. Natomiast dla usuwania powietrza zaprojektowano kanał wywiewny o wymiarach 100 x 100 mm ($Fw = 0,01\ m^2$), który należy zamontować pod stropem pomieszczenia.

2.9. Izolacja rurociągów

Dla zabezpieczenia przewodów przed stratami ciepła zaprojektowano izolację termiczną z pianki poliuretanowej typu Thermaflex FRZ o grubości 25 mm. Izolacją należy objąć wszystkie przewody wody kotłowej.

WYKAZ ELEMENTÓW KOTŁOWNI

Lp.	Wyszczególnienie	Ilość	Typ	Producent
1	Kocioł żeliwny o mocy Q = 40 kW z palnikiem i tablicą sterowniczą R4211 z dodatkowym modułem FM442	1 kpl.	G 125 SE	BUDERUS
2	Zawór bezpieczeństwa Dn 15 mm, Do 12 mm, nastawa 3 bary	1 szt.	1915	SYR
3	Pompa obiegowa Gp = 0 - 2,0 m^3/h, Hp = 1 - 3 m H_2O, P = 40 – 120 W, U = 1 x 230 V, I = 0,28 – 0,44 A	3 szt.	UPE 25 – 40A	Grundfos
4	Mieszacz ϕ 32 z siłownikiem elektrycznym	1 kpl.	DR32GMLA + VMM20	Honeywell
5	Mieszacz ϕ 20 z siłownikiem elektrycznym	1 kpl.	DR20GMLA + VMM20	Honeywell
6	Naczynie przeponowe, p_{max} = 3,0 bara	1 szt.	N 35	REFLEX
7	Filtr kołnierzowy ϕ 32	1 szt.	FS-1	„POLNA”
8	Licznik ciepła Qn = 2,5 m^3/h, montowany na powrocie, Dn 20	1 kpl.	SHARKY-HEAT 773	DANFOSS
9	Zawór kulowy gwintowany ϕ 32	2 szt.		
10	Zawór kulowy gwintowany ϕ 25	2 szt.		
11	Zawór kulowy gwintowany ϕ 20	4 szt.		
12	Zawór kulowy gwintowany ϕ 15	1 szt.		
13	Zawór zwrotny gwintowany ϕ 25	2 szt.		
14	Zbiornik na olej, z pakietem typu A	1 kpl.	2000 dm^3	SCHUTZ
15	Filtr oleju	1 kpl.	MS 500 St	AFRISO
16	Przewody elastyczne ϕ 10 o dł. 0,75 m	2 szt.		OVENTROP
17	Kołpak odpowietrzający 2”	1 szt.		AFRISO
18	Zamknięcie wlewu paliwa 2”	1 szt.		AFRISO
19	Mechaniczny miernik napełnienia	1 szt.	MR-Profil R	AFRISO
20	Wkład kominowy ϕ 150	1 kpl.	MKS	MK Żary
21	Czopuch ϕ 150	1 kpl.	MKD	MK Żary
22	Połączenie kołnierzowe ϕ 20	1 kpl.		
23	Kanał „Zetowy” nawiewny 200 x 150 mm z 2 kratkami nawiewnymi, L = 4,0 m	1 kpl.		ze stali ocynk.
24	Kanał „Zetowy” nawiewny 100 x 100 mm z 2 kratkami nawiewnymi, L = 4,0 m	1 kpl.		ze stali ocynk.
25	Kanał wywiewny 100 x 100 mm z 2 kratkami wywiewnymi, L = 0,5 m	2 kpl.		ze stali ocynk.
T	Termometr 0 – 100 ^oC	4 szt.	M 160	

M	Manometr 0 – 0,6 MPa	7 szt.		

WYKAZ ELEMENTÓW KOMINA typu MKS ϕ 150

Lp.	Wyszczególnienie elementów	Typ	Ilość [szt.]
1	Rura o długości 1000 mm	RP 1000	10
2	Rura o długości 500 mm	RT 500	1
3	Trójnik 45°	TRS 45°	1
4	Odkraplacz ze spustem konden.	ODZ	1
5	Wyczystka	KPR	1
6	Drzwiczki wyczystki	DR	1
7	Przedłużenie wyczystki	Z 500	1
8	Obejma rury	OB	14
9	Zakończenie ustnikowe	MAT	1
10	Płyta dachowa	DH	1
11	Granulat izolacyjny		0,54 m^3

WYKAZ ELEMENTÓW CZOPUCHA typu MKD ϕ 150

Lp.	Wyszczególnienie elementów	Typ	Ilość [szt.]
1	Rura o długości 1000 mm	RT 1000	2
2	Kolano 90° z wyczystką	BGT 90 + DR	1
3	Obejma rury	KBT	4
4	Redukcja ϕ150/ ϕ130	RD	1