

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

*Termomodernizacja budynków użyteczności  
publicznej Gminnego Ośrodka Kultury i  
Gminnego Ośrodka Zdrowia w Narewce -*

**PROJEKT ROZBUDOWY  
KOTŁOWNI OLEJOWEJ**

**FAZA :** PROJEKT WYKONAWCZY

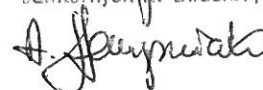
**OBIEKT :** Gminny Ośrodek Zdrowia  
ul. Kolejowa 1/1  
17-220 Narewka

**INWESTOR :** Urząd Gminy Narewka  
ul. Białowieska 1  
17-220 Narewka

**AUTOR :** mgr inż. Barbara Stempniak

**OPRACOWAŁ** dr inż. Andrzej Stempniak

mgr inż. Barbara Stempniak  
upr. projektant instal. inż.  
w zakresie sieci i instalacji  
sanitarnych Nr B1/33/67, B1 23/67



**S P I S T R E Ś C I:**

1. Opis techniczny
2. Obliczenia i dobór urządzeń
3. Schemat technologiczny kotłowni z pompą ciepła
4. Schemat technologiczny wymiennika gruntowego
5. Rozmieszczenie sond gruntowych 1 : 500
6. Rzut kotłowni 1 : 50
7. Przekroje kotłowni 1 : 50

Rys. nr 1.

Rys. nr 2.

Rys. nr 3.

Rys. nr 4.

Rys. nr 5.

Białystok, luty 2015 r.

## **OPIS TECHNICZNY**

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

Tematem opracowania jest projekt wykonawczy modernizacji istniejącej kotłowni olejowej znajdującej się w budynku Gminnego Ośrodka Zdrowia w Narewce przy ul. Kolejowej 1/1. Modernizacja będzie obejmowała zastosowanie sprężarkowej pompy ciepła, która będzie podstawowym źródłem ciepła – przy temperaturach powietrza zewnętrznego pozwalających na samodzielną jej pracę. Przy temperaturach powietrza zewnętrznego wymagających wysokich temperatur wody zasilającej i powracającej z instalacji c.o. (równej i wyższej od 60 °C) pompa będzie wyłączana a energia cieplna będzie w całości produkowana przez istniejące kotły olejowe. Projektowana pompa ciepła będzie współpracowała z pionowym wymiennikiem gruntowym stanowiącym ujęcie odnawialnej energii niskoparametrowej z gruntu.

### **2. Podstawa opracowania**

Projekt opracowano na podstawie:

- umowy z inwestorem,
- inwentaryzacji istniejącej kotłowni,
- „Audytu energetycznego lokalnego źródła ciepła Gminnego Ośrodka Zdrowia w Narewce”, NAPE S.A. Oddział w Białymstoku, 2014 r.,
- „Projektu technicznego technologicznego kotłowni olejowej” mgr inż. A. Żmiejko, 1999 r.
- „Aneksu do projektu technicznego technologii kotłowni olejowej” mgr inż. A. Żmiejko, 1999 r.
- Polskich Norm i Wytycznych Projektowania.

### **3. Opis istniejącej kotłowni**

W chwili obecnej kotłownia olejowa znajdująca się w budynku Gminnego Ośrodka Zdrowia w Narewce zaopatruje w energię cieplną również sąsiedni budynek mieszkalny, budynek Gminnego Ośrodka Kultury i budynek Świetlicy Gminnej. Energia cieplna produkowana jest za pomocą trzech kotłów firmy BIASI typu B-40/11 o nominalnej mocy cieplnej 180 kW każdy. Kotły wyposażone są w palniki olejowe, do których paliwo dostarczane jest z wydzielonego magazynu oleju. Praca kotłów sterowana jest kaskadowo z priorytetowym podgrzewem c.w.u. Podgrzew ciepłej wody użytkowej realizowany jest w wymienniku pojemnościowym typu WP 6.

Regulacja pogodowa parametrów pracy poszczególnych instalacji c.o. realizowana jest za pomocą indywidualnych zaworów mieszających – w funkcji krzywych grzania. Spaliny z kotłów odprowadzane są indywidualnymi wkładami jednowarstwowymi typu MKS Dn 200, zamontowanymi w kominie murowanym. Pomieszczenie kotłowni i składu paliwa wyposażone są w niezbędną nawiewną i wywiewną wentylację grawitacyjną.

#### **4. Opis projektowanej modernizacji kotłowni**

##### **4.1. Założenia wyjściowe**

4.1.1. Obliczeniowe zapotrzebowanie na moc ciepłą na cele c.o.:

- dla Gminnego Ośrodka Zdrowia:  $Q_{co} = 45,4 \text{ kW}$ ;
- dla Gminnego Ośrodka Kultury:  $Q_{co} = 56,3 \text{ kW}$ ;
- dla budynku mieszkalnego:  $Q_{co} = 58,0 \text{ kW}$ ;
- dla budynku Świetlicy Gminnej:  $Q_{co} = 12,8 \text{ kW}$ ;
- strata mocy na przesyle:  $Q_{co} = 2,4 \text{ kW}$ ;

Razem:  $\Sigma Q_{co} = 174,9 \text{ kW}$ .

4.1.2. Maksymalne, obliczeniowe zapotrzebowanie na moc ciepłą na cele c.w.u.:

- dla wszystkich zasilanych obiektów w c.w.u.:  $Q_{cwu} = 46 \text{ kW}$

4.1.3. Parametry pracy instalacji c.o.:  $t_z/t_p = 90/70 \text{ } ^\circ\text{C}$ ;

##### **4.2. Pompa ciepła**

Dla obniżenia obecnie ponoszonych kosztów eksploatacyjnych, zgodnie z zaleceniami audytu energetycznego dla analizowanej kotłowni lokalnej zaprojektowano wyposażenie istniejącej kotłowni w pompę ciepła, która w okresie letnim i przy temperaturze powietrza zewnętrznego powyżej  $+1 \text{ } ^\circ\text{C}$  będzie jedynym źródłem ciepła dla zasilanych obiektów. Projektuje się pozostawienie jednego kotła olejowego o mocy 180 kW, który będzie podstawowym źródłem ciepła w okresie kiedy dostarczana temperatura czynnika grzewczego przez pompy ciepła (w wysokości ok.  $60 \text{ } ^\circ\text{C}$ ) będzie za niska w stosunku do potrzeb instalacji odbiorczych. Taka konfiguracja urządzeń grzewczych konieczna jest dla tego, że instalacje wewnętrzne c.o. (w obsługiwanych budynkach) zostały zaprojektowane i są eksploatowane przy obliczeniowych temperaturach wody instalacyjnej wynoszących  $t_z/t_p = 90/70 \text{ } ^\circ\text{C}$ , które są wyższe od temperatury czynnika grzewczego produkowanego przez pompy ciepła, która wynosi ok.  $60 \text{ } ^\circ\text{C}$ . Z uporządkowanego wykresu obciążeń cieplnych, zamieszczonego w załączniku nr 1, określono wymaganą maksymalną moc grzewczą projektowanych pomp ciepła na poziomie ok.  $Q_p = 79 \text{ kW}$ . Dla zabezpieczenia tej mocy cieplnej zaprojektowano dwie pompy

ciepła firmy BUDERUS typu Logatherm WPS 43 o mocy cieplnej każdej 40,5 kW i COP = 3,3 przy parametrach pracy 0/45 °C. Powyższe pompy ciepła wyposażone są standardowo w następujące elementy:

- regulator pogodowy HMC 10 (do sterowania dwóch niezależnych obiegów grzewczych);
- dwie pompy obiegowe dla górnego źródła ciepła;
- dwie pompy obiegowe dla dolnego źródła ciepła;
- zawór 3 – drogowy do podłączenia dodatkowego zasobnika c.w.u.;
- zawór bezpieczeństwa (4 bary) dla źródła dolnego;
- filtr dla instalacji c.o. z zaworem odcinającym;
- filtr dla instalacji c.w.u. z zaworem odcinającym;
- filtr dla instalacji dolnego źródła z zaworem odcinającym;
- zestaw zaworów do napełniania dolnego źródła ciepła;
- separator mikropęcherzyków powietrza z odpowietrznikiem (dla dolnego źródła);
- czujnik temperatury powietrza zewnętrznego;
- czujnik temperatury zasilania instalacji c.o. (lub bufora);
- śruby poziomujące.

Pompy te przystosowane są do współpracy z dolnym źródłem ciepła w postaci wymiennika gruntowego z czynnikiem pośrednim w postaci glikolu o max. stężeniu 30 %.

#### Dane techniczno – eksploatacyjne dobranych pomp ciepła

- nominalna mocy cieplna (przy temp. 0/45 °C):	40,5 kW,
- maksymalna temperatura zasilania:	65 °C,
- maksymalne opory źródła dolnego:	48 kPa,
- maksymalne opory źródła górnego:	20 kPa,
- maksymalne ciśnienie w instalacji grzewczej:	4 bary,
- maksymalne ciśnienie w dolnym źródle:	4 bary,
- temperatury robocze źródła dolnego:	- 8 do + 22 °C,
- średnica przyłączy dla dolnego źródła:	2 x Dn 50,
- średnica przyłączy dla górnego źródła:	2 x Dn 40,
- napięcie robocze:	3 x 400 V/50 Hz,
- prąd rozruchowy:	67 A,
- masa:	495 kg.

#### **4.3. Zbiornik buforowy**

Zgodnie z zaleceniem producenta, dla zwiększenia stabilności pracy pomp ciepła, zaprojektowano dwa zbiorniki buforowe firmy Buderus typu PS500W o następujących parametrach technicznych:

- pojemność bufora: 500 dm<sup>3</sup>
- pojemność węzownicy: 9,7 dm<sup>3</sup>
- maksymalne ciśnienie robocze: 0,3 MPa
- maksymalna temperatura robocza: 80 °C
- masa: 175 kg.

#### 4.4. Wymiennik gruntowy

Zgodnie z zaleceniem producenta pompa ciepła typu WPS 43 powinna współpracować z pionowym wymiennikiem gruntowym o łącznej głębokości odwiertów wynoszącej 760 m przy przewodach o średnicy Dn 40 mm. W związku z tym (dla dwóch pomp) zaprojektowano pionowy wymiennik ciepła składający się z 16 sond pionowych o głębokości 98 m każda. Do wykonania sond pionowych należy zastosować kolektory U – kształtne firmy Uponor typu Uponor Energy PE100 o średnicy 40 x 2,4 mm, PN10, o długościach: 2 x 110 m – 8 szt. i 2 x 120 m – 8 szt.. Nadwyżkę długości kolektorów ponad głębokości 98 m odwiertów pionowych przewidziano do wykorzystania w celu podłączenia wszystkich 16 sond do studni zbiorczej. Podłączenia te powinny być usytuowane na głębokości 1,4 m na dnach wykopów wąskoprzestrzennych. Usytuowanie pionowego wymiennika gruntowego na działce Gminnego Ośrodka Zdrowia przedstawiono na rys. nr 3. Schemat technologiczny podłączenia sond gruntowych do studni zbiorczej przedstawiono na rys. nr 2.

Studnia zbiorcza powinna być wykonana z następujących elementów betonowych firmy Ritbet:

- dennica monolityczna typu DIN śr. 1000, h = 350/200 ST, S = 150 1 szt.
- kręgi betonowe typu DIN śr. 1000, h = 500 ST 2 szt.
- pokrywa żelbetowa typu DIN śr. 1240/625/200 1 szt.
- uszczelki klinowe na krąg typu DIN śr. 1000 3 szt.

W studni zbiorczej zaprojektowano umieszczenie 4 rozdzielaczy hydraulicznych dolnego źródła ciepła firmy Buderus dla 8 obiegów każdy (po dwa dla zasilania i powrotu). Rozdzielacze te standardowo wyposażone są w zawory regulacyjne i rotametry za pomocą których należy ustawić jednakowe przepływy glikolu przez wszystkie sondy pionowe.

Rozdzielacze hydrauliczne dolnego źródła ciepła należy połączyć z pompami ciepła (usytuowanymi w budynku) za pomocą przewodów preizolowanych firmy Uponor typu Uponor Thermo Single o średnicy 110 x 10,0 mm.

**UWAGA:** wszystkie połączenia przewodów tworzących wymiennik gruntowy muszą być wykonane w obrębie betonowej studzienki montażowej. Nie dopuszcza się stosowania połączeń przewodów ułożonych w gruncie.



**UWAGA:** wszystkie przejścia przewodów, tworzących wymiennik gruntowy, przez elementy budowlane należy wykonać za pośrednictwem tulei ochronnych o średnicach większych od tych przewodów. Wolną przestrzeń pomiędzy przewodami i tulejami ochronnymi należy wypełnić elastyczną masą uszczelniającą.

#### 4.5. Zabezpieczenia źródła ciepła

a). Zabezpieczenie wymiennika gruntowego przed przyrostem objętości czynnika roboczego

Dla zabezpieczenia wymiennika gruntowego przed przyrostem objętości czynnika pośredniczącego (w wymianie ciepła między wymiennikiem gruntowym i parownikami pomp ciepła) zaprojektowano zamknięte naczynie przeponowe firmy REFLEX typu N 200 o pojemności nominalnej  $V = 200 \text{ dm}^3$ . Naczynie należy podłączyć do wymiennika gruntowego rurą wzbiornczą o średnicy  $d_{RW} = 25 \text{ mm}$  - zgodnie z częścią rysunkową projektu.

b). Zabezpieczenie wymiennika gruntowego przed przekroczeniem dopuszczalnego ciśnienia

Dla zabezpieczenia wymiennika gruntowego przed przekroczeniem dopuszczalnego ciśnienia należy wykorzystać zawór bezpieczeństwa znajdujący się na wyposażeniu pompy ciepła.

c). Zabezpieczenie zasilania zbiornika buforowego przed przyrostem objętości czynnika roboczego

Dla zabezpieczenia obiegu pomiędzy pompami ciepła i zbiornikiem buforowym przed przyrostem objętości czynnika zaprojektowano zamknięte naczynie przeponowe firmy REFLEX typu NG 18 o pojemności nominalnej  $V = 18 \text{ dm}^3$ . Naczynie należy podłączyć rurą wzbiornczą o średnicy  $d_{RW} = 20 \text{ mm}$  - zgodnie z częścią rysunkową projektu.

d). Zabezpieczenie zasilania zbiornika buforowego przed przekroczeniem dopuszczalnego ciśnienia

Dla zabezpieczenia obiegu pomiędzy pompami ciepła i zbiornikiem buforowym przed przekroczeniem dopuszczalnego ciśnienia zaprojektowano dwa (po jednym dla każdej pompy ciepła) zawory bezpieczeństwa firmy SYR typu 1915 o  $D_n = 25 \text{ mm}$  i  $d_o = 20 \text{ mm}$ . Nastawa ciśnienia 4 bary.

#### **4.6. Pompy obiegowe**

Zaprojektowane pompy ciepła standardowo wyposażone są w następujące pompy obiegowe:

- dwie pompy obiegowe dla górnego źródła ciepła – dla obiegu pomiędzy pompą ciepła i zbiornikiem buforowym;
- dwie pompy obiegowe dla dolnego źródła ciepła – dla wymiennika gruntowego.

Natomiast dla wymuszenia krążenia wody w instalacjach wewnętrznych c.o. oraz przez kocioł olejowy i zbiornik buforowy należy wykorzystać istniejące pompy obiegowe.

#### **4.7. Zabezpieczenie źródła ciepła przed zanieczyszczeniami**

Zaprojektowane pompy ciepła posiadają (w wyposażeniu standardowym) następujące filtry zabezpieczające je przed zanieczyszczeniami mechanicznymi:

- filtr dla instalacji c.o. z zaworem odcinającym – zabezpieczający obieg czynnika pomiędzy pompą i zbiornikiem buforowym;
- filtr dla instalacji dolnego źródła z zaworem odcinającym – dla wymiennika gruntowego.

Natomiast dla zabezpieczenia instalacji wewnętrznych c.o. oraz kotła olejowego będzie wykorzystany istniejący magnetoodmulacz typu OISm 400/125.

#### **4.8. Rurociągi i armatura**

Rurociągi instalacji c.o., na odcinku od zbiorników buforowych do elementów istniejącego układu technologicznego, należy wykonać z rur stalowych czarnych (wg PN - 74/H – 74200) łączonych przez spawanie. Na przewodach tych należy stosować armaturę dla temp. 100 °C i ciśnienia 0,6 MPa. W obrębie pomp ciepła i zbiorników buforowych połączenia należy wykonać za pomocą rur i kształtek miedzianych łączonych przez lutowanie. Natomiast wymienniki gruntowe i ich połączenie z pompami ciepła należy wykonać z przewodów z tworzyw sztucznych opisanych w punkcie dotyczącym wymiennika gruntowego.

#### **4.9. Wentylacja kotłowni i magazynu oleju**

Ze względu na zmniejszenie ilości eksploatowanych kotłów olejowych nie ma potrzeby ingerowania w istniejące instalacje wentylacji grawitacyjnej. W związku z

tym istniejące rozwiązania pozostawia się do dalszego wykorzystania w pracy zmodernizowanej kotłowni olejowej.

#### **4.10. Próby szczelności**

##### **a). obieg zasilający instalacje c.o.**

Po wykonaniu rozbudowy kotłowni należy przeprowadzić próbę ciśnieniową połączeń przewodów i armatury układu technologicznego wodą zimną o ciśnieniu 6 bar. Następnie należy wykonać próbę instalacji na gorąco.

**Uwaga: na okres próby ciśnieniowej przewodów należy odłączyć przeponowe naczynie wzbiorcze, gdyż dopuszczalne ciśnienie dla tych urządzeń wynosi tylko 3,0 bary !**

##### **b). wymiennik gruntowy**

Próbie szczelności wymiennika gruntowego należy przeprowadzić w dwóch etapach:

**Etap I** : wykonanie prób szczelności połączeń wszystkich sond pionowych, które należy wykonać przed zamontowaniem tych sond w odwiertach;

**Etap II** : wykonanie prób szczelności pozostałych połączeń (usytuowanych w studni zbiorczej) po zainstalowaniu całego wymiennika gruntowego i podłączeniu go do pompy ciepła;

Próbie szczelności należy przeprowadzić zgodnie z wymaganiami zawartymi w „Warunkach technicznych wykonywania i odbioru rurociągów z tworzyw sztucznych” tj.: przed próbą należy napełnić instalację roztworem glikolu oraz dokładnie odpowietrzyć. Następnie dwukrotnie podnosić wartość ciśnienia (do wysokości 1,5 x 6 bar = 9 bar) w odstępie 30 minut od pierwszej wartości. Po dalszych 30 minutach spadek ciśnienia nie może przekraczać 0,06 MPa. W czasie następnych 120 minut spadek ciśnienia nie może przekroczyć 0,02 MPa. W przypadku wystąpienia przecieków należy je usunąć i ponownie przeprowadzić całą próbę od początku.

**Uwaga: na okres próby ciśnieniowej należy odłączyć przeponowe naczynie wzbiorcze, gdyż dopuszczalne ciśnienie dla tego urządzenia wynosi tylko 3,0 bary !**



#### 4.11. Zabezpieczenie antykorozyjne i termiczne przewodów

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 Section AluCoat o następujących grubościach (zgodnie z WT 2008):

φ 76	grubość 80 mm;
φ 64	grubość 70 mm;
φ 54	grubość 60 mm;
φ 42	grubość 50 mm;
φ 28	grubość 30 mm.

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

Wszystkie urządzenia technologiczne zastosowane w projektowanej rozbudowie źródła ciepła powinny posiadać aktualne 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

mgr inż. Barbara Stempniak  
upr. projektant instal. inż.  
w zakresie sieci i instalacji  
sanitarnych Nr 0130/07, D. 0000

## **OBLICZENIA I DOBÓR URZĄDZEŃ**

### **1. Dane wyjściowe**

a). Obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną na cele c.o.:

- dla Gminnego Ośrodka Zdrowia:  $Q_{co} = 45,4 \text{ kW}$ ;
- dla Gminnego Ośrodka Kultury:  $Q_{co} = 56,3 \text{ kW}$ ;
- dla budynku mieszkalnego:  $Q_{co} = 58,0 \text{ kW}$ ;
- dla budynku Świetlicy Gminnej:  $Q_{co} = 12,8 \text{ kW}$ ;
- strata mocy na przesyle:  $Q_{co} = 2,4 \text{ kW}$ ;

Razem:  $\Sigma Q_{co} = 174,9 \text{ kW}$ .

b). Maksymalne zapotrzebowanie na moc cieplną na cele c.w.u.:  $Q_{cwu} = 46 \text{ kW}$

c). Parametry pracy instalacji c.o.:  $t_z/t_p = 90/70 \text{ }^\circ\text{C}$ ;

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

#### **2.1. Dobór pompy ciepła**

Dla obniżenia obecnie ponoszonych kosztów eksploatacyjnych, zgodnie z zaleceniami audytu energetycznego dla analizowanej kotłowni lokalnej zaprojektowano wyposażenie istniejącej kotłowni w pompę ciepła, która w okresie letnim i przy temperaturze powietrza zewnętrznego powyżej  $+1 \text{ }^\circ\text{C}$  będzie jedynym źródłem ciepła dla zasilanych obiektów. Projektuje się pozostawienie jednego kotła olejowego o mocy 180 kW, który będzie podstawowym źródłem ciepła w okresie kiedy dostarczana temperatura czynnika grzewczego przez pompy ciepła (w wysokości ok.  $60 \text{ }^\circ\text{C}$ ) będzie za niska w stosunku do potrzeb instalacji odbiorczych. Taka konfiguracja urządzeń grzewczych konieczna jest dla tego, że instalacje wewnętrzne c.o. (w obsługiwanych budynkach) zostały zaprojektowane i są eksploatowane przy obliczeniowych temperaturach wody instalacyjnej wynoszących  $t_z/t_p = 90/70 \text{ }^\circ\text{C}$ , które są wyższe od temperatury czynnika grzewczego produkowanego przez pompy ciepła, która wynosi ok.  $60 \text{ }^\circ\text{C}$ . Z uporządkowanego wykresu obciążeń cieplnych, zamieszczonego w załączniku nr 1, określono wymaganą maksymalną moc grzewczą projektowanych pomp ciepła na poziomie ok. 45 % całkowitego zapotrzebowania na moc cieplną:

$$Q_p = 174,9 \times 0,45 = 79 \text{ kW}.$$

Dla zabezpieczenia tej mocy cieplnej zaprojektowano dwie pompy ciepła firmy BUDERUS typu Logatherm WPS 43 o mocy cieplnej (każdej) 40,5 kW i COP = 3,3 przy parametrach pracy  $0/45 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Powyższe pompy ciepła wyposażone są standardowo w następujące elementy:

- regulator pogodowy HMC 10 (do sterowania dwóch niezależnych obiegów grzewczych);
- dwie pompy obiegowe dla górnego źródła ciepła;
- dwie pompy obiegowe dla dolnego źródła ciepła;
- zawór 3 – drogowy do podłączenia dodatkowego zasobnika c.w.u.;
- zawór bezpieczeństwa (4 bary) dla źródła dolnego;
- filtr dla instalacji c.o. z zaworem odcinającym;
- filtr dla instalacji c.w.u. z zaworem odcinającym;
- filtr dla instalacji dolnego źródła z zaworem odcinającym;
- zestaw zaworów do napełniania dolnego źródła ciepła;
- separator mikropęcherzyków powietrza z odpowietrznikiem (dla dolnego źródła);
- czujnik temperatury powietrza zewnętrznego;
- czujnik temperatury zasilania instalacji c.o. (lub bufora);
- śruby poziomujące.

Pompy te przystosowane są do współpracy z dolnym źródłem ciepła w postaci wymiennika gruntowego z czynnikiem pośrednim w postaci glikolu o max. stężeniu 30 %.

#### Dane techniczno – eksploatacyjne dobranych pomp ciepła

- |  |                  |
|--|------------------|
| - nominalna mocy cieplna (przy temp. 0/45 °C): | 40,5 kW,         |
| - maksymalna temperatura zasilania:            | 65 °C,           |
| - maksymalne opory źródła dolnego:             | 48 kPa,          |
| - maksymalne opory źródła górnego:             | 20 kPa,          |
| - maksymalne ciśnienie w instalacji grzewczej: | 4 bary,          |
| - maksymalne ciśnienie w dolnym źródle:        | 4 bary,          |
| - temperatury robocze źródła dolnego:          | - 8 do + 22 °C,  |
| - średnica przyłączy dla dolnego źródła:       | 2 x Dn 50,       |
| - średnica przyłączy dla górnego źródła:       | 2 x Dn 40,       |
| - napięcie robocze:                            | 3 x 400 V/50 Hz, |
| - prąd rozruchowy:                             | 67 A,            |
| - masa:  | 495 kg.          |

## **2.2. Dobór zbiornika buforowego**

Zgodnie z zaleceniem producenta, dla zwiększenia stabilności pracy pomp ciepła, zaprojektowano dwa zbiorniki buforowe firmy Buderus typu PS500W o następujących parametrach technicznych:

- pojemność bufora: 500 dm<sup>3</sup>

- pojemność wężownicy: 9,7 dm<sup>3</sup>
- maksymalne ciśnienie robocze: 0,3 MPa
- maksymalna temperatura robocza: 80 °C
- masa: 175 kg.

### 2.3. Dobór wymiennika gruntowego

Zgodnie z zaleceniem producenta pompa ciepła typu WPS 43 powinna współpracować z pionowym wymiennikiem gruntowym o łącznej głębokości odwiertów wynoszącej 760 m przy przewodach o średnicy Dn 40 mm. W związku z tym (dla dwóch pomp) zaprojektowano pionowy wymiennik ciepła składający się z 16 sond pionowych o głębokości 98 m każda. Do wykonania sond pionowych należy zastosować kolektory U – kształtne firmy Uponor typu Uponor Energy PE100 o średnicy 40 x 2,4 mm, PN10, o długościach: 2 x 110 m – 8 szt. i 2 x 120 m – 8 szt. Nadwyżkę długości kolektorów ponad 98 m głębokości odwiertów pionowych przewidziano do wykorzystania w celu podłączenia wszystkich 16 sond do studni zbiorczej. Podłączenia te powinny być usytuowane na głębokości 1,4 m na dnach wykopów wąskoprzestrzennych. Usytuowanie pionowego wymiennika gruntowego na działce Gminnego Ośrodka Zdrowia przedstawiono na rys. nr 3. Schemat technologiczny podłączenia sond gruntowych do studni zbiorczej przedstawiono na rys. nr 2.

Studnia zbiorcza powinna być wykonana z następujących elementów betonowych firmy Ritbet:

- dennica monolityczna typu DIN śr. 1000, h = 350/200 ST, S = 150 1 szt.
- kręgi betonowe typu DIN śr. 1000, h = 500 ST 2 szt.
- pokrywa żelbetowa typu DIN śr. 1240/625/200 1 szt.
- uszczelki klinowe na krąg typu DIN śr. 1000 3 szt.

W studni zbiorczej zaprojektowano umieszczenie 4 rozdzielaczy hydraulicznych dolnego źródła ciepła firmy Buderus dla 8 obiegów każdy (po dwa dla zasilania i powrotu). Rozdzielacze te standardowo wyposażone są w zawory regulacyjne i rotametry za pomocą których należy ustawić jednakowe przepływy glikolu przez wszystkie sondy pionowe.

Rozdzielacze hydrauliczne dolnego źródła ciepła należy połączyć z pompami ciepła (usytuowanymi w budynku) za pomocą przewodów preizolowanych firmy Uponor typu Uponor Thermo Single o średnicy 110 x 10,0 mm.

### Sprawdzenie oporów hydraulicznych wymiennika gruntowego

Zgodnie z danymi technicznymi zaprojektowanych pomp ciepła opory hydrauliczne dolnego źródła ciepła nie mogą przekraczać 48 kPa. W związku z tym

konieczne jest wyznaczenie oporów hydraulicznych zaprojektowanego dolnego źródła ciepła. Opory te określa poniższa zależność:

$$\Delta p = \Delta p_s + \Delta p_p \text{ [kPa]}$$

gdzie:

$\Delta p_s = 2 \times L \times \Delta p_L = 2 \times 120 \times 0,107 = 25,7 \text{ kPa}$  – opory hydrauliczne przepływu czynnika przez sondę pionową, gdzie  $\Delta p_L = 0,107 \text{ kPa/m}$  są to opory hydrauliczne przewodów firmy Uponor typu PE100 o średnicy 40 x 2,4 mm przy przepływie glikolu w wysokości 0,43 dm<sup>3</sup>/s;

$L = 120 \text{ m}$  – największa długość sondy pionowej z odcinkiem poziomym do studni zbiorczej;

$\Delta p_p = 2 \times L \times \Delta p = 2 \times 40 \times 0,11 = 8,8 \text{ kPa}$  – opory hydrauliczne przepływu czynnika przez przyłącze od studni zbiorczej do budynku, gdzie  $\Delta p = 0,11 \text{ kPa/m}$  są to opory hydrauliczne przewodów preizolowanych firmy Uponor typu Uponor Thermo Single o średnicy 110 x 10,0 mm przy przepływie glikolu w wysokości 6,3 dm<sup>3</sup>/s;

$L = 40 \text{ m}$  – pojedyncza długość przyłącza preizolowanego;

$$\Delta p = 25,7 + 8,8 = 34,5 \text{ kPa} < 48 \text{ kPa}$$

#### **2.4. Dobór zabezpieczeń dla obiegu wody instalacyjnej c.o.**

- a). **zabezpieczenie instalacji c.o. przed przyrostem objętości czynnika grzejnego za pomocą zamkniętego naczynia przeponowego** (wg PN – B – 02414)

Obecnie w kotłowni zamontowane jest zamknięte naczynie wzbiornicze firmy MAXIWAREM typu LR 300 ( $p_{\max} = 3 \text{ bary}$ ), które powinno być nadal wykorzystywane.

- b). **zabezpieczenie instalacji c.o. przed przekroczeniem dopuszczalnego ciśnienia**

Dla zabezpieczenia instalacji c.o. przed przekroczeniem dopuszczalnego ciśnienia zakłada się wykorzystanie istniejącego zaworu bezpieczeństwa firmy SYR typu 1915, nastawa 3 bary - zamontowanego przy istniejącym kotle olejowym.

#### **2.5. Dobór zabezpieczeń dla obiegu pomiędzy pompą ciepła i zbiornikiem buforowym**



a). zabezpieczenie obiegu przed przyrostem objętości czynnika grzeijnego za pomocą zamkniętego naczynia przeponowego (wg PN – B – 02414)

- wymagana pojemność użytkowa naczynia wzbiorniczego:

$$V_u = V \cdot \rho \cdot \Delta v = 0,4 \cdot 999,7 \cdot 0,0287 = 11,48 \text{ dm}^3$$

- wymagana pojemność całkowita naczynia wzbiorniczego:

$$V_c = V_u \cdot \frac{p_{\max} + 1}{p_{\max} - p} = 11,48 \cdot \frac{6 + 1}{6 - 0,4} = 14,35 \text{ dm}^3$$

gdzie:

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

$p = p_{st} + 0,2 = 0,2 + 0,2 = 0,4 \text{ bara}$  – ciśnienie statyczne w obiegu

W związku z powyższym dobrano naczynie przeponowe firmy REFLEX typu NG 18 o pojemności nominalnej wynoszącej  $18 \text{ dm}^3$ .

- wymagana średnica rury wzbiorniczej:

$$d_{RW} = 0,7 \cdot \sqrt{V_u} = 0,7 \cdot \sqrt{14,35} = 2,65 \text{ mm}$$

Dobrano rurę wzbiorniczą o minimalnej, dopuszczalnej średnicy  $d_n = 20 \text{ mm}$ .

b). zabezpieczenie obiegu przed przekroczeniem dopuszczalnego ciśnienia

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:

$Q_m = 3352 \text{ kg/h}$  – maksymalny przepływ wody w obiegu;

$K_{dr} = 0,9 \times 0,3 = 0,27$  – współczynnik wypływu dla  $d_o = 20 \text{ mm}$  i  $p_{\max} = 4 \text{ bary}$ ;

$K_v = 1,0$  – dla wody

$P_o = 4 + 1 = 5 \text{ bar abs.}$  – maksymalne ciśnienie absolutne dla parownika pompy ciepła

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

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

$$A = \frac{3352}{1,61 \cdot 0,27 \cdot \sqrt{(5 - 1) \cdot 983}} = 123,0 \text{ mm}^2$$

Stąd średnica siedliska zaworu bezpieczeństwa powinna wynosić:

$$d_o = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 123}{3,14}} = 12,5 \text{ mm}$$

W związku z powyższym zaprojektowano dwa zawory bezpieczeństwa (po jednym dla każdej pompy ciepła) firmy SYR typu 1915 o Dn = 25 mm i d<sub>o</sub> = 20 mm. Nastawa ciśnienia 4 bary.

## 2.6. Dobór zabezpieczeń dla wymiennika gruntowego

### a). zabezpieczenie wymiennika gruntowego przed przyrostem objętości czynnika grzeijnego

Dla zabezpieczenia wymiennika gruntowego przed przyrostem objętości czynnika pośredniczącego w wymianie ciepła zaprojektowano zamknięte, przeponowe naczynie wzbiornicze (wg Rubik M. „Pompy ciepła”):

- wymagana objętość nominalna naczynia wzbiorniczego:

$$V_n = \Delta V \cdot \frac{p_{\max} \cdot p_{\min}}{p_p (p_{\max} - p_{\min})} \text{ [dm}^3\text{]}$$

gdzie:

p<sub>max</sub> = 3,5 bara – maksymalne ciśnienie dopuszczalne dla naczynia wzbiorniczego;

p<sub>min</sub> = 2,0 bara – minimalne ciśnienie dopuszczalne dla naczynia wzbiorniczego;

p<sub>p</sub> = 1,5 bara – ciśnienie w czasie postoju pomp obiegowych;

ΔV = 0,015 x V<sub>i</sub> = 0,015 x 3120 = 46,8 dm<sup>3</sup> – przyrost objętości czynnika przy objętości instalacji źródła dolnego V<sub>i</sub> = 3120 dm<sup>3</sup>.

$$V_n = 46,8 \cdot \frac{3,5 \cdot 2,0}{1,5 \cdot (3,5 - 2,0)} = 145,6 \text{ dm}^3$$

W związku z powyższym dobrano naczynie przeponowe firmy REFLEX typu N 200 o pojemności nominalnej wynoszącej 200 dm<sup>3</sup>.

- wymagana średnica rury wzbiorniczej:

$$d_{RW} = 0,7 \cdot \sqrt{V_u} = 0,7 \cdot \sqrt{46,8} = 4,8 \text{ mm}$$

Dobrano rurę wzbiorniczą o średnicy króćca przyłączeniowego przy naczyniu przeponowym, która wynosi dn = 25 mm.

### b). zabezpieczenie wymiennika gruntowego przed przekroczeniem dopuszczalnego ciśnienia

Zaprojektowana pompa ciepła posiada (w wyposażeniu standardowym) zawór bezpieczeństwa o ciśnieniu otwarcia, wynoszącym 4 bary. W związku z tym nie projektuje się tego zabezpieczenia.

## **2.7. Dobór urządzeń zabezpieczających źródło ciepła przed zanieczyszczeniami mechanicznymi**

Zaprojektowana pompa ciepła posiada (w wyposażeniu standardowym) następujące filtry zabezpieczające ją przed zanieczyszczeniami mechanicznymi:

- filtr dla instalacji c.o. z zaworem odcinającym – zabezpieczający obieg czynnika pomiędzy pompą i zbiornikiem buforowym;
- filtr dla instalacji dolnego źródła z zaworem odcinającym – dla wymiennika gruntowego.

W związku z powyższym nie projektuje się dodatkowych zabezpieczeń tego typu. Zakłada się, że kocioł olejowy i instalacje wewnętrzne c.o. będą zabezpieczone przez istniejące (w kotłowni olejowej) urządzenia tj. magnetoodmulacz firmy SPAW-TEST typu OISm 400/125.

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

Zaprojektowana pompa ciepła posiada (w wyposażeniu standardowym) następujące pompy obiegowe:

- dwie pompy obiegowe dla górnego źródła ciepła – dla obiegu pomiędzy pompą ciepła i zbiornikiem buforowym;
- dwie pompy obiegowe dla dolnego źródła ciepła – dla wymiennika gruntowego.

W związku z powyższym nie projektuje się dodatkowych pomp obiegowych zakładając, że instalacje wewnętrzne c.o. oraz podgrzewacz c.w.u. będą nadal korzystały z istniejących pomp obiegowych.

## **2.9. Wentylacja kotłowni i magazynu oleju**

Zakłada się, że istniejące rozwiązania wentylacji grawitacyjnej nawiewnej i wywiewnej, w tych pomieszczeniach, pozostaną bez zmian, gdyż ich parametry pracy są wystarczające dla obniżonej mocy pracujących kotłów olejowych (zmniejszenie z 3 do 1 kotła).

## WYKAZ ELEMENTÓW ŹRÓDŁA CIEPŁA (oznaczenia wg rysunku nr 2)

Nr	Wyszczególnienie	Ilość	Typ / nr kat.	Producent
1	Pompa ciepła o mocy 40,5 kW	2 szt.	WPS 43	Buderus
1a	Sterownik pompy ciepła	2 szt.	WPS 43	Buderus
1b	Czujnik temperatury zewnętrznej	2 szt.	WPS 43	Buderus
1c	Czujnik temperatury wody w buforze	2 szt.	WPS 43	Buderus
1d	Pompy obiegowe	2 kpl.	WPS 43	Buderus
1e	Separator powietrza	2 szt.	WPS 43	Buderus
1f	Zawór bezpieczeństwa	2 szt.	WPS 43	Buderus
1g	Zawór z filtrem	2 szt.	WPS 43	Buderus
1h	Zestaw do napełniania	2 szt.	WPS 43	Buderus
2	Zamknięte naczynie wzbiorcze	1 szt.	N 200	Reflex
3	Zawór bezpieczeństwa Dn = 25 mm, do = 20 mm, nastawa 4 bary	2 szt.	1915	Syr
4	Separator powietrza Dn 40	4 szt.	AA150	Spirotech
5	Separator powietrza Dn 50	2 szt.	AA200	Spirotech
6	Zamknięte naczynie wzbiorcze	1 szt.	NG 18	Reflex
7	Zbiornik buforowy	2 szt.	PS500W	Buderus
8	Zawór kulowy $\phi$ 65	4 szt.		
9	Zawór kulowy $\phi$ 50	2 szt.		
10	Zawór kulowy $\phi$ 40	4 szt.		
11	Zawór kulowy $\phi$ 25	6 szt.		
12	Zawór kulowy $\phi$ 20	7 szt.		
13	Zbiornik na glikol	2 szt.		
T	Termometr 0 – 100 °C	8 szt.		
M	Manometr 0 – 6 bar	6 szt.		

## WYKAZ ELEMENTÓW WYMIENNIKA GRUNTOWEGO (oznaczenia wg rysunku nr 3)

Nr	Wyszczególnienie	Ilość	Typ / nr kat.	Producent
A	Sondy pionowe, L = 110 m Sondy pionowe, L = 120 m	8 szt. 8 szt.	U2 PE100 40 x 2,4	Uponor
B	Studnia zbiorcza, w tym: - dennica monolityczna - kręgi betonowe	1 kpl. 1 szt. 3 szt.	DIN śr. 1000 h = 350/200 ST h = 500 ST	Ribet

	- pokrywa żelbetowa	1 szt.	1240/625/200	
	- uszczelki klinowe	3 szt.	śr. 1000	
C	Rozdzielacze hydrauliczne z regulacją przepływu	2 kpl.	dla 8 obiegów	Buderus
D	Przewody preizolowane Uponor Thermo Single, L = 40 m	2 szt.	110 x 10,0	Uponor
E	Zestaw zaworów do napełniania	2 szt.	Na wyposażeniu pomp ciepła	Buderus