



Narodowa Agencja Poszanowania Energii S.A. 00-002 Warszawa, ul. Świętokrzyska 20

Oddział w Białymstoku 15-404 Białystok, ul. Pułaskiego 17 lok.U2

tel./fax (085) 743 58 45

NARODOWA AGENCJA  
POSZANOWANIA ENERGII S.A.  
00-002 Warszawa, ul. Świętokrzyska 20  
ODDZIAŁ W BIAŁYMSTOKU  
15-337 Białystok, ul. Pułaskiego 17 lok. U2  
NIP 526-00-40-341, tel./fax 85 743 58 45

## **PROJEKT TECHNICZNY - ZAMIENNY**

**ZEWNĘTRZNEGO ZESPOŁU GRZEWczego SKŁADAJĄCEGO SIĘ Z  
GAZOWYCH, ABSORPCYJNYCH POMP CIEPŁA I GAZOWEGO,  
KONDENSACYJNEGO KOTŁA SZCZYTOWEGO WRAZ Z DOZIEMNĄ  
ZEWNĘTRZNĄ INSTALACJĄ GRZEWczą**

<b>ADRES:</b>	ul. Sportowa 1, 17-230 Białowieża		
<b>KAT. OBIEKTU BUD.:</b>	Kategoria VIII – inne budowle		
<b>JEDNOSTKA EWID.:</b>	Białowieża		
<b>OBRĘB EWID.:</b>	0004 Białowieża		
<b>NUMER DZIAŁKI:</b>	972/1, 972/2		
<b>INWESTOR:</b>	Urząd Gminy w Białowieży ul. Sportowa 1, 17-230 Białowieża		
<b>PROJEKTANT, SPECJALNOŚĆ I ZAKRES OPRACOWANIA: INSTALACJE SANITARNE</b>		<b>DATA</b>	<b>PODPIS</b>
<b>GŁÓWNY PROJEKTANT:</b>	mgr inż. Barbara Stempniak B1/83/87, B1/23/90	12.02.2022	

<b>JEDNOSTKA PROJEKTOWA:</b>	Narodowa Agencja Poszanowania Energii S.A. 00-002 Warszawa, ul. Świętokrzyska 20 Oddział w Białymstoku 15-404 Białystok, ul. Pułaskiego 17 lok. U2
----------------------------------	---

Białystok, 12 luty 2022 r.

## SPIS TREŚCI

<b>I.</b>	<b>OPIS TECHNICZNY</b>	Str. 3
1.	Temat i zakres opracowania	Str. 3
2.	Podstawa opracowania	Str. 3
3.	Opis projektowanego źródła ciepła	Str. 3
3.1.	Dane wyjściowe	Str. 3
3.2.	Gazowy zespół grzewczy	Str. 4
3.3.	Zbiornik buforowy	Str. 5
3.4.	Płytowy wymiennik ciepła	Str. 6
3.5.	Zabezpieczenia źródła ciepła	Str. 6
3.6.	Pompy obiegowe	Str. 7
3.7.	Zawory automatycznej regulacji	Str. 7
3.8.	Rurociągi i armatura	Str. 8
3.9.	Próby szczelności	Str. 8
3.10.	Zabezpieczenia antykorozyjne i termiczne przewodów	Str. 8
4.	Wytyczne dla branży budowlanej	Str. 8
5.	Wytyczne dla branży elektrycznej	Str. 10
6.	Wytyczne dla branży gazowniczej	Str. 10
<b>II.</b>	<b>OBLICZENIA I DOBÓR URZĄDZEŃ</b>	Str. 11
1.	Dane wyjściowe	Str. 11
2.	Dobór urządzeń technologicznych	Str. 11
3.	Wykaz urządzeń i armatury	Str. 19
	<b>CZĘŚĆ RYSUNKOWA</b>	
Rys. 1.	Zagospodarowanie terenu 1 : 500	
Rys. 2.	Usytuowanie zewnętrznego zespołu grzewczego 1 : 100	
Rys. 3.	Profile doziemnej instalacji grzewczej 1 : 25	
Rys. 4.	Widok zewnętrznego zespołu grzewczego 1 : 50	
Rys. 5.	Schemat technologiczny całego układu grzewczego	
Rys. 6.	Rzut pomieszczenia technicznego układu grzewczego 1 : 50	
Rys. 7.	Przekroje pomieszczenia technicznego układu grzewczego 1 : 50	

## **I. OPIS TECHNICZNY**

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

Tematem opracowania jest zamienny projekt wykonawczy nowego źródła ciepła dla budynku Białowieskiego Ośrodka Kultury w Białowieży przy ul. Sportowej 1. Zgodnie z zaleceniami „Audytu energetycznego dla budynku BOK ...” projekt ten będzie obejmował zastosowanie zespołu grzewczego składającego się z gazowych, absorpcyjnych pomp ciepła oraz gazowego, kondensacyjnego kotła szczytowego. Zestaw ten będzie usytuowany na zewnątrz budynku, natomiast w wybranym pomieszczeniu zamontowane zostaną pozostałe urządzenia technologiczne. Wielkość urządzeń zostanie dostosowana do nowych potrzeb cieplnych budynku - po jego termomodernizacji. Konieczność zmiany projektu wykonawczego, wykonanego w 2018 roku, wynika ze zmian regulacji parametrów pracy zaprojektowanego układu (jakie wprowadził producent zespołu grzewczego) i tym samym możliwej do uzyskania maksymalnej temperatury czynnika grzewczego wynoszącej tylko 65 °C a nie 80 °C, które było przyjęte w poprzednim projekcie.

### **2. Podstawa opracowania**

Projekt opracowano na podstawie:

- umowy z Inwestorem;
- „Audytu energetycznego budynku BOK w Białowieży przy ul. Sportowej 1”, opracowanego przez NAPE S.A. w Białymstoku, 2018 r.;
- „Projektu remontu instalacji c.o. w budynku BOK w Białowieży” opracowanego przez NAPE S.A. w Białymstoku, 2018 r.;
- Katalogów i materiałów producentów urządzeń ciepłowniczych;
- Polskich Norm i Wytycznych Projektowania.

### **3. Opis projektowanego źródła ciepła**

#### **3.1. Dane wyjściowe**

- Obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną na cele c.o. (wg projektu zamiennego c.o.):  $Q_{co} = 71,8 \text{ kW}$ ;
- Opory hydrauliczne instalacji c.o. (wg projektu zamiennego c.o.):  $\Delta p_{co} = 42,3 \text{ kPa}$ ;
- Parametry pracy instalacji c.o. (wg projektu zamiennego c.o.):  $t_z/t_p = 65/50 \text{ °C}$ ;
- Objętość wodna instalacji c.o. (wg projektu zamiennego c.o.):  $V_{co} = 611 \text{ dm}^3$ .

#### **3.2. Gazowy zespół grzewczy**

Dla pokrycia zapotrzebowania na moc cieplną na cele c.o. dla budynku BOK zaprojektowano gazowy zespół grzewczy (do montażu zewnętrznego) składający się z następujących elementów:

a). dwie gazowe absorpcyjne, powietrzne pompy ciepła o poniższych parametrach:

- łączna moc grzewcza (przy punkcie pracy A7/W50): 76,6 kW;
- łączna moc grzewcza (przy  $t_{zew} = -20\text{ °C}$ ): 50,0 kW;
- sprawność (przy punkcie pracy A7/W50): 152 %;
- maksymalne ciśnienie robocze: 4 bary;
- maksymalna temperatura wody na wyjściu: 65 °C;
- minimalna temperatura wody na wejściu: 20 °C;
- zasilanie elektryczne trójfazowe: 400 V/ 50 Hz;
- moc elektryczna: 2,265 kW;
- przyłącze gazowe: 1 1/2";
- ciśnienie gazu na zasilaniu (dla gazu ziemnego): 17 – 23 mbar;
- przyłącze czynnika grzewczego: 2";
- wersja wyciszona.

b). gazowy kocioł kondensacyjny o poniższych parametrach:

- moc grzewcza (przy  $t_z/t_p = 80/60\text{ °C}$ ): 34,4 kW;
- sprawność (przy  $t_z/t_p = 80/60\text{ °C}$ ): 98,6 %;
- klasa emisji NOx: 5;
- maksymalne ciśnienie robocze: 4 bary;
- maksymalna temperatura wody na wyjściu: 65 °C;
- minimalna temperatura wody na wejściu: 20 °C;
- zasilanie elektryczne jak dla pomp ciepła;
- przyłącze gazowe jak dla pomp ciepła;
- przyłącze czynnika grzewczego jak dla pomp ciepła.

Wymiary całego zestawu (szer. x dł. x wys.): 1245 x 3382 x 1745 mm;

Waga całego zestawu: 1100 kg.

Powyższe urządzenia zainstalowane są na wspólnych stalowych szynach i połączone są elektrycznie oraz hydraulicznie. Zestaw wyposażony jest w niezbędne pompy obiegowe o odpowiednich charakterystykach pracy. Zestaw przeznaczony jest do zasilania gazem ziemnym lub LPG. Szafka elektryczna oraz wszystkie elementy zestawu przeznaczone są do pracy w warunkach atmosferycznych. W szafce elektrycznej znajdują się zabezpieczenia zestawu. Do szafy podłączany jest panel sterowania, który musi być zamontowany w budynku. Widok zestawu przedstawiono na rysunku nr 4.

Pracę źródła ciepła będzie regulował panel sterowniczy (do montażu wewnętrznego), który umożliwi regulację „pogodową” parametrów pracy instalacji c.o. oraz kaskadową pracę poszczególnych urządzeń grzewczych.

Czynnikiem grzewczym (ze względu na montaż zestawu na zewnątrz budynku) powinien być 40 % roztwór glikolowy (zalecany przez producenta układu). Czynnik ten, do pomieszczenia kotłowni, należy doprowadzić za pomocą dwóch elastycznych przewodów preizolowanego o średnicy nominalnej (zgodnie z zaleceniami producenta układu grzewczego) wynoszącej Dn 65 mm (tj. 75 x 6,8/200 mm), które należy ułożyć bezpośrednio w gruncie na głębokości 60 cm – zgodnie z rysunkiem nr 3.

Dla napełniania układu roztworem glikolowym należy zastosować pompkę ręczną ze zbiornikiem na ten roztwór, którą do napełnienia układu należy podłączyć do króćca spustowego zamontowanego w tym układzie.

Zespół grzewczy należy wyposażyć w pompy neutralizator skroplin (jak dla kotłów o mocy 120 kW) z węzłem dla skroplin o długości 6 m. Natomiast skropliny z zespołu grzewczego do neutralizatora należy doprowadzić za pomocą elastycznego przewodu preizolowanego o średnicy nominalnej Dn 25 mm (tj. 32 x 2,9/140 mm), który należy ułożyć bezpośrednio w gruncie zapewniając grawitacyjny spływ skroplin do neutralizatora usytuowanego w budynku – zgodnie z rysunkiem nr 3.

Zgodnie z wymaganiami producenta zespół grzewczy wymaga poziomego ustawienia, zastosowania podkładek antywibracyjnych oraz przewodów antywibracyjnych na połączeniu króćców zespołu z doziemną instalacją grzewczą oraz zasilaniem w gaz (według odrębnego opracowania). Usytuowanie zespołu grzewczego przedstawiono na rysunku nr 2.

Ponadto, zamontowany na zewnątrz układ grzewczy, należy zabezpieczyć przed dostępem do niego osób postronnych. Zabezpieczenie to należy wykonać za pomocą systemowego, panelowego ogrodzenia wykonanego zgodnie z rysunkiem nr 2 oraz opisem zawartym w punkcie 4.

### **3.3. Zbiornik buforowy**

Zgodnie z zaleceniem producenta, dla zwiększenia stabilności pracy pomp ciepła, zaprojektowano zbiornik buforowy o następujących parametrach technicznych:

- pojemność zbiornika buforowego: 1500 dm<sup>3</sup>;
- maksymalne ciśnienie robocze: 3 bary;
- maksymalna temperatura robocza: 110 °C;
- króćce przyłączeniowe: 2”;
- masa: 217 kg.

### **3.4. Płyty wymiennik ciepła**

Zgodnie z zaleceniem producenta, dla rozdzielenia obiegu roztworu glikolowego (przez zestaw grzewczy) od wody krążącej w instalacji c.o. zaprojektowano wymiennik płytowy, skręcany o następujących parametrach pracy:

- moc cieplna : 119 kW;
- opory po stronie czynnika grzejącego: 10,0 kPa;
- opory po stronie czynnika ogrzewanego: 9,0 kPa;
- maksymalna temperatura robocza: 110 °C;
- maksymalne ciśnienie robocze: 10,0 bar;
- króćce przyłączeniowe: DN 65;
- masa: 228 kg.

### **3.5. Zabezpieczenia źródła ciepła**

#### **3.5.1. Zabezpieczenia dla instalacji c.o.**

##### **a). Zabezpieczenie przed przyrostem objętości wody instalacyjnej c.o.**

Dla zabezpieczenia instalacji c.o. przed przyrostem objętości wody instalacyjnej zaprojektowano zamknięte przeponowe naczynie wzbiorcze o objętości całkowitej 200 dm<sup>3</sup>. Naczynie należy podłączyć do instalacji za pomocą złącza przyłączeniowego 1".

##### **b). Zabezpieczenie przed przekroczeniem dopuszczalnego ciśnienia**

Dla zabezpieczenia instalacji c.o. przed przekroczeniem maksymalnego dopuszczalnego ciśnienia zaprojektowano membranowy zawór bezpieczeństwa o średnicy do = 14 mm i Dn = 20 mm. Nastawa otwarcia 3 bary.

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

Dla zabezpieczenia instalacji c.o. przed zanieczyszczeniami mechanicznymi zaprojektowano następujące urządzenia:

- magnetoodmulacz (do wstępnego oczyszczania) o średnicy króćców Dn = 40 mm i współczynniku przepływu kv = 35 m<sup>3</sup>/h;
- filtr dokładnego oczyszczania (600 oczek/cm<sup>2</sup>) o średnicy Dn = 40 mm i współczynniku przepływu kv = 32,0 m<sup>3</sup>/h;

#### **3.5.2. Zabezpieczenia dla obiegu przez pompy ciepła i kondensacyjny kocioł gazowy**

##### **a). Zabezpieczenie przed przyrostem objętości czynnika grzejącego**

Dla zabezpieczenia obiegu czynnika grzejącego przez zespół grzewczy przed przyrostem objętości tego czynnika zaprojektowano zamknięte przeponowe naczynie wzbiorcze o objętości całkowitej 25 dm<sup>3</sup> – przeznaczone dla instalacji wypełnionych

roztworem glikolowym. Naczynie należy podłączyć do instalacji za pomocą złącza przyłączeniowego 3/4".

b). Zabezpieczenie przed przekroczeniem dopuszczalnego ciśnienia

Dla zabezpieczenia obiegu czynnika grzejnego przez zespół grzewczy przed przekroczeniem maksymalnego dopuszczalnego ciśnienia zaprojektowano dwa membranowe zawory bezpieczeństwa o średnicy  $d_o = 20$  mm i  $D_n = 25$  mm. Nastawa otwarcia 3 bary. Zawory należy zamontować (po jednym) dla obiegu czynnika przez kocioł i dla oddzielnego obiegu czynnika przez pompy ciepła.

c). Zabezpieczenie przed zanieczyszczeniami mechanicznymi

Dla zabezpieczenia tego obiegu przed zanieczyszczeniami mechanicznymi zaprojektowano filtr dokładnego oczyszczania ( $600$  oczek/cm<sup>2</sup>) o średnicy  $D_n = 65$  mm i współczynniku przepływu  $k_v = 82,0$  m<sup>3</sup>/h;

### 3.6. Pompy obiegowe

Dla projektowanego układu grzewczego zastosowano następujące pompy obiegowe:

a). Pompa obiegowa dla instalacji c.o.

Na potrzeby instalacji c.o. zaprojektowano elektroniczną pompę o samoczynnej regulacji parametrów pracy:  $G_p = 0 - 5,5$  m<sup>3</sup>/h,  $H_p = 4,6$  mH<sub>2</sub>O,  $P = 9 - 124$  W,  $I = 0,09 - 1,02$  A,  $U = 1 \times 230$  V/ 50 Hz.

b). Pompa dla obiegu ładowania bufora

Na potrzeby ładowania zbiornika buforowego zaprojektowano pompę o stałych parametrach pracy:  $G_p = 5,6$  m<sup>3</sup>/h,  $H_p = 1,3$  mH<sub>2</sub>O,  $P = 155$  W,  $I = 0,70$  A,  $U = 1 \times 230$  V/ 50 Hz. Pompę należy wyposażyć w moduł sterowania  $0 - 10$  V.

**Uwaga:** zgodnie z wymaganiami producenta pompy muszą być zamontowana tak aby oś wirnika pompy znajdowała się w pozycji poziomej !!!

### 3.7. Zawory automatycznej regulacji

Dla regulacji „pogodowej” parametrów pracy instalacji c.o. zaprojektowano zawór trójdrogowy mieszający o średnicy  $D_n = 32$  mm i współczynniku  $k_v = 16$  m<sup>3</sup>/h. Zawór będzie współpracował z siłownikiem elektrycznym o zasilaniu  $1 \times 230$  V. Pracę zaworu będzie regulował sterownik układu grzewczego po wyposażeniu go w niezbędne czujniki temperatury tj.: czujnik temperatury powietrza zewnętrznego i czujnik temperatury wody na zasilaniu instalacji c.o.

Dla regulacji parametrów pracy układu grzewczego (zgodnie z wymaganiami producenta tego układu) zaprojektowano zawór równoważący z przepływomierzem o

średnicy nominalnej zaworu Dn 50 (2") i współczynnika przepływu  $k_v = 47 \text{ m}^3/\text{h}$ . Zakres regulacji przepływu od 50 do 200 l/min (tj. od 3 do 12  $\text{m}^3/\text{h}$ ).

### **3.8. Rurociągi i armatura**

Dla obiegu wody instalacyjnej c.o. oraz w obiegu ładowania bufora i w obiegu czynnika grzejmego do zespołu grzewczego do wymiennika (wewnątrz pomieszczenia kotłowni) zaprojektowano rury stalowe, czarne (wg PN - 74/H – 74200) łączone przez spawanie. Natomiast na zewnątrz budynku do przesyłu czynnika grzewczego (od układu grzewczego do pomieszczenia kotłowni) należy zastosować elastyczne, preizolowane przewody o średnicy Dn = 65 mm (tj. 75 x 6,8/200 mm) układane w gruncie na głębokości około 60 cm. Na wszystkich przewodach należy stosować armaturę dla temperatury 100 °C i na ciśnienie 6 barów.

### **3.9. Próby szczelności**

Po wykonaniu nowego źródła ciepła należy przeprowadzić próbę ciśnieniową połączeń przewodów i armatury wodą zimną o ciśnieniu 6 bar. Następnie należy wykonać próbę instalacji na gorąco.

**Uwaga:** na okres próby ciśnieniowej przewodów należy odłączyć wszystkie urządzenia dla których maksymalne, dopuszczalne ciśnienie robocze jest niższe od 6 barów !

### **3.10. Zabezpieczenie antykorozyjne i termiczne przewodów**

Po wykonaniu próby szczelności i sprawdzeniu wszystkich połączeń przewody z rur stalowych czarnych należy oczyścić i pomalować farbą antykorozyjną (termoodporną). Na tak przygotowane powierzchnie rur stalowych czarnych należy zamontować izolacje termiczne z pianki poliuretanowej w płaszczu aluminiowym o następujących grubościach (zgodnie z Warunkami Technicznymi z 2015 r.):

- |                                 |                |
|---------------------------------|----------------|
| - przewody o średnicy Dn 40 mm: | grubość 50 mm; |
| - przewody o średnicy Dn 50 mm: | grubość 60 mm; |
| - przewody o średnicy Dn 80 mm: | grubość 90 mm. |

## **4. Wytyczne dla branży budowlanej**

### **a). Wykonanie prac budowlanych wewnątrz budynku**

Dla zamontowania urządzeń (zgodnie z rysunkami nr 5, 6 i 7) niezbędnych do współpracy z zewnętrznym zespołem grzewczym należy wykonać następujące prace budowlane:

- zdemontować ścianki działowe w pomieszczeniu łazienki, które ma być przeznaczone dla usytuowania urządzeń wchodzących w skład projektowanego zespołu grzewczego;
- zdemontować istniejące drzwi wejściowe do pomieszczenia o wym. 0,6 x 2,0 m;



- powiększyć otwór pod drzwi wejściowe o wym. 1,4 x 2,0 m;
- wstawić nowe drzwi wejściowe o wym. 1,4 x 2,0 m;
- pomalować dwukrotnie ściany i sufit pomieszczenia białą farbą emulsyjną

#### b). Wykonanie doziemnej instalacji grzewczej

W celu połączenia hydraulicznego zewnętrznego zespołu grzewczego z urządzeniami technologicznymi zamontowanymi w budynku BOK należy wykonać doziemną instalację grzewczą. W tym celu należy:

- zdemontować polbruk i wykonać wykop pod ułożenie przewodów preizolowanych do przesyłu czynnika grzewczego oraz skroplin od zespołu grzewczego do budynku (wg rysunku nr 2 i 3);
- wykonać doziemną instalację grzewczą z dwóch, elastycznych przewodów preizolowanych o średnicach 75 x 6,8/200 mm oraz wykonać odprowadzenie skroplin za pomocą elastycznego przewodu preizolowanego o średnicach 32 x 2,9/140 mm;
- dla przeprowadzenia przewodów preizolowanych przez ścianę zewnętrzną budynku należy wykonać odpowiednie otwory i zastosować rękawy przejściowe – zgodnie z rysunkiem nr 3;
- zasypać wykop i ułożyć polbruk z wykorzystaniem materiału z rozbiórki.

#### c). Wykonanie podstawy pod ustawienie układu grzewczego

Dla ustawienia zespołu grzewczego na placu przy budynku BOK, zgodnie z wymaganiami producenta, należy rozebrać istniejącą nawierzchnię (kostka polbrukowa) i na wypoziomowanym gruncie ułożyć dwie stykające się ze sobą betonowe płyty drogowe o wymiarach 200 x 150 x 15 cm każda. Płyty te będą tworzyły tzw. podstawę montażową, na której będzie ustawiony (zmontowany fabrycznie) zespół grzewczy z zastosowaniem podkładek antywibracyjnych producenta tego zespołu. Szczegółowe posadowienie zespołu grzewczego przedstawiono na rysunku nr 2, a układ wysokościowy tego posadowienia pokazano na rysunku nr 3.

#### d). Wykonanie ogrodzenia układu grzewczego

Dla zabezpieczenia zewnętrznego zespołu grzewczego przed dostępem osób postronnych należy zastosować panelowe ogrodzenie systemowe 3D wykonane z drutu ocynkowanego  $\phi$  5 mm (o oczkach 200 x 50 mm) o wysokości 1,53 m z furtką ogrodzeniową. Ogrodzenie to należy zamontować na istniejącym podłożu z polbruku z wykorzystaniem systemowych łączników betonowych wraz z prefabrykowaną podmurówką o wys. 20 cm – w miejscu wskazanym na rysunku nr 2. Ogrodzenie należy przytwierdzić do ściany budynku BOK za pomocą specjalnych kotew.

### 5. Wytyczne dla branży elektrycznej

Dla projektowanego zespołu grzewczego należy zaprojektować i wykonać zasilanie

- zasilanie elektryczne trójfazowe: 400 V/ 50 Hz;
- maksymalna moc elektryczna: 2,265 kW.

## 6. Wytyczne dla branży gazowniczej

- ciśnienie gazu na zasilaniu (dla gazu ziemnego): 17 – 23 mbar;
- maksymalne zużycie gazu przez układ grzewczy: 9,13 m<sup>3</sup>/h;
- średnica przyłącza gazu: 1 ½".

**UWAGA:** Wszystkie urządzenia technologiczne zastosowane w projektowanym źródle ciepła powinny posiadać aktualne certyfikaty, znak bezpieczeństwa typu B lub deklarację zgodności. Powinny być poddawane okresowym przeglądom i kontroli, zgodnie z zaleceniami producenta.

*[Handwritten signature]*

## **II. OBLICZENIA I DOBÓR URZĄDZEŃ**

### **1. Dane wyjściowe**

- Obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną na cele c.o. (wg projektu zamiennego c.o.):  $Q_{co} = 71,8 \text{ kW}$ ;
- Opory hydrauliczne instalacji c.o. (wg projektu zamiennego c.o.):  $\Delta p_{co} = 42,3 \text{ kPa}$ ;
- Parametry pracy instalacji c.o. (wg projektu zamiennego c.o.):  $t_z/t_p = 65/50 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- Objętość wodna instalacji c.o. (wg projektu zamiennego c.o.):  $V_{co} = 611 \text{ dm}^3$ .

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

#### **2.1. Dobór gazowego zespołu grzewczego**

Dla pokrycia zapotrzebowania na moc cieplną na cele c.o. budynku BOK (w oparciu o wykresy zamieszczone w załączniku nr 1 oraz przy uwzględnieniu około 40 % spadku mocy cieplnej powietrznych pomp ciepła przy temperaturze zewnętrznej około  $-20 \text{ }^\circ\text{C}$ ) zaprojektowano gazowy zespół grzewczy (do montażu zewnętrznego) składający się z następujących elementów:

a). dwie gazowe absorpcyjne, powietrzne pompy ciepła o poniższych parametrach:

- moc grzewcza (przy punkcie pracy A7/W50):  $76,6 \text{ kW}$ ;
- sprawność (przy punkcie pracy A7/W50):  $152 \%$ ;
- maksymalne ciśnienie robocze:  $4 \text{ bary}$ ;
- maksymalna temperatura wody na wyjściu:  $65 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- minimalna temperatura wody na wejściu:  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- zasilanie elektryczne trójfazowe:  $400 \text{ V} / 50 \text{ Hz}$ ;
- moc elektryczna:  $2,265 \text{ kW}$ ;
- przyłącze gazowe:  $1 \frac{1}{2}"$ ;
- przyłącze czynnika grzewczego:  $2"$ .

b). gazowy kocioł kondensacyjny o poniższych parametrach:

- moc grzewcza (przy  $t_z/t_p = 80/60 \text{ }^\circ\text{C}$ ):  $34,4 \text{ kW}$ ;
- sprawność (przy  $t_z/t_p = 80/60 \text{ }^\circ\text{C}$ ):  $98,6 \%$ ;
- klasa emisji NOx:  $5$ ;
- maksymalne ciśnienie robocze:  $4 \text{ bary}$ ;
- maksymalna temperatura wody na wyjściu:  $80 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- minimalna temperatura wody na wejściu:  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- zasilanie elektryczne jak dla pomp ciepła;
- przyłącze gazowe jak dla pomp ciepła;
- przyłącze czynnika grzewczego jak dla pomp ciepła.
- wymiary całego zestawu (szer. x dł. x wys.):  $1245 \times 3382 \times 1650 \text{ mm}$ ;
- waga całego zestawu:  $1100 \text{ kg}$ .

Pracę powyższego układu będzie regulował panel sterowniczy (do montażu wewnętrznego), który umożliwia regulację „pogodową” parametrów pracy instalacji c.o.

Czynnikiem grzewczym (ze względu na montaż zestawu na zewnątrz budynku) powinien być specjalny 40 % roztwór glikolowy (zalecany przez producenta układu). Czynniki ten, do pomieszczenia kotłowni, należy doprowadzić za pomocą dwóch elastycznych przewodów preizolowanego o średnicy nominalnej Dn 65 mm (tj. 75 x 6,8/200 mm), które należy ułożyć bezpośrednio w gruncie na głębokości około 60 cm. Dla napełniania układu roztworem glikolowym należy zastosować pompkę ręczną ze zbiornikiem na ten roztwór.

Zespół grzewczy należy wyposażyć w pompy neutralizator skroplin (jak dla kotłów o mocy 120 kW) z węzłem dla skroplin o długości 6 m.

## **2.2. Dobór zbiornika buforowego**

Zgodnie z zaleceniem producenta, dla zwiększenia stabilności pracy pompy ciepła, zaprojektowano zbiornik buforowy o następujących parametrach technicznych:

- pojemność zbiornika buforowego: 1500 dm<sup>3</sup>;
- maksymalne ciśnienie robocze: 3 bary;
- maksymalna temperatura robocza: 110 °C;
- króćce przyłączeniowe: 2”;
- masa: 217 kg.

## **2.3. Dobór wymiennika płytowego**

Zgodnie z zaleceniem producenta, dla rozdzielenia obiegu roztworu glikolowego (przez zestaw grzewczy) od wody krążącej w instalacji c.o. zaprojektowano wymiennik płytowy, skręcany o następujących parametrach pracy:

- moc cieplna : 119 kW;
- opory po stronie czynnika grzejącego: 10,0 kPa;
- opory po stronie czynnika ogrzewanego: 9,0 kPa;
- maksymalna temperatura robocza: 110 °C;
- maksymalne ciśnienie robocze: 10,0 bar;
- króćce przyłączeniowe: DN 65;
- masa: 228 kg.

## **2.4. Zabezpieczenia źródła ciepła**

### **2.4.1. Zabezpieczenia dla instalacji c.o.**

#### **a). Zabezpieczenie przed przyrostem objętości wody instalacyjnej c.o.**

- wymagana pojemność użytkowa naczynia wzbiorniczego (wg PN – B – 02414):

$$Vu = V \cdot \rho \cdot \Delta v = 2,294 \cdot 999,7 \cdot 0,0287 = 65,82 \text{ dm}^3$$

gdzie:

$V = 2,294 \text{ m}^3$  – całkowita objętośći zabezpieczanej instalacji c.o., w tym:

$V_{\text{buf}} = 1,5 \text{ m}^3$  – objętość zbiornika buforowego

$V_{\text{wym}} = 0,033 \text{ m}^3$  – objętość wymiennika ciepła

$V_{\text{co}} = 0,611 \text{ m}^3$  – objętość instalacji c.o.

$V_p = 0,15 \text{ m}^3$  – objętość przewodów i urządzeń w kotłowni

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

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

- wymagana pojemność całkowita naczynia wzbiorniczego:

$$V_c = Vu \cdot \frac{p_{\text{max}} + p}{p_{\text{max}} - p} = 65,82 \cdot \frac{3,0 + 1,0}{3,0 - 1,0} = 131,64 \text{ dm}^3$$

gdzie:

$p_{\text{max}} = 3,0 \text{ bary}$  – maksymalne ciśnienie dopuszczalne dla naczynia wzbiorniczego

$p = p_{\text{st}} + 0,2 = 0,8 + 0,2 = 1,0 \text{ bara}$  – ciśnienie statyczne w instalacji c.o.

- wymagana średnica rury wzbiorniczej:

$$d_{RW} = 0,7 \cdot \sqrt{Vu} = 0,7 \cdot \sqrt{65,82} = 5,68 \text{ mm}$$

Dobrano rurę wzbiornczą o średnicy króćca przy naczyniu przeponowym wynoszącą  $d_n = 25 \text{ mm}$ .

Dla zabezpieczenia instalacji c.o. przed przyrostem objętości wody instalacyjnej zaprojektowano zamknięte przeponowe naczynie wzbiorncze o objętości całkowitej  $V_c = 200 \text{ dm}^3$ . Naczynie należy podłączyć do instalacji za pomocą złącza przyłączeniowego 1".

b). Zabezpieczenie przed przekroczeniem dopuszczalnego ciśnienia

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

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

gdzie:

$Q_m = G_{co} = 4112,6 \text{ kg/h}$  – maksymalny przepływ wody w obiegu instalacji c.o. wg wzoru:

$$G_{co} = \frac{Q_{co} \cdot 3600}{c_p \cdot (t_z - t_p)} = \frac{71,8 \cdot 3600}{4,19 \cdot (65 - 50)} = 4112,6 \text{ kg/h}$$

$K_{dr} = 0,9 \times 0,48 = 0,432$  – współczynnik wypływu

$K_v = 1,0$  – dla wody

$P_o = 3 + 1 = 4 \text{ bar abs.}$  – maksymalne ciśnienie absolutne dla bufora

$P_p = 0 + 1 = 1$  bar abs. - ciśnienie absolutne wypływu wody

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

$$A = \frac{4112,6}{1,61 \cdot 0,432 \cdot \sqrt{(4 - 1) \cdot 983}} = 108,9 \text{ mm}^2$$

Stąd średnica siedliska zaworu bezpieczeństwa powinna wynosić:

$$d_o = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 108,9}{3,14}} = 11,78 \text{ mm}$$

W związku z powyższym zaprojektowano zawór bezpieczeństwa o średnicy przelotu gniazda do = 14 mm i średnicy króćca dolotowego  $D_n = 20$  mm. Nastawa ciśnienia otwarcia: 3 bary.

#### c). Zabezpieczenie przed zanieczyszczeniami mechanicznymi

Dla zabezpieczenia instalacji c.o. przed zanieczyszczeniami mechanicznymi zaprojektowano następujące urządzenia:

- magnetoodmulacz (do wstępnego oczyszczania) o średnicy króćców  $D_n = 40$  mm i współczynniku przepływu  $k_v = 35 \text{ m}^3/\text{h}$ . Spadek ciśnienia na magnetoodmulaczu będzie wynosił (przy przepływie  $G_{co} = 4,1 \text{ m}^3/\text{h}$ ):

$$\Delta p_{odm} = \left(\frac{G_i}{k_v}\right)^2 \cdot 100 = \left(\frac{4,1}{35}\right)^2 \cdot 100 = 1,37 \text{ kPa}$$

- filtr dokładnego oczyszczania (600 oczek/cm<sup>2</sup>) o średnicy  $D_n = 40$  mm i współczynniku przepływu  $k_v = 32,0 \text{ m}^3/\text{h}$ . Spadek ciśnienia na filtrze będzie wynosił (przy przepływie  $G_{co} = 4,1 \text{ m}^3/\text{h}$ ):

$$\Delta p_F = \left(\frac{G_i}{k_v}\right)^2 \cdot 100 = \left(\frac{4,1}{32}\right)^2 \cdot 100 = 1,64 \text{ kPa}$$

### 2.4.2. Zabezpieczenia dla obiegu przez pompy ciepła i kondensacyjny kocioł gazowy

#### a). Zabezpieczenie przed przyrostem objętości czynnika roboczego

- wymagana pojemność użytkowa naczynia wzbiorniczego (wg PN – B – 02414):

$$V_u = V \cdot \rho \cdot \Delta v = 0,1 \cdot 999,7 \cdot 0,0287 = 2,87 \text{ dm}^3$$

gdzie:

$V = 0,1 \text{ m}^3$  – całkowita objętość zabezpieczanej instalacji, w tym:

$V_{zestawu} = 0,025 \text{ m}^3$  – objętość pomp ciepła i kotła gazowego

$V_{wym} = 0,033 \text{ m}^3$  – objętość wymiennika ciepła

$V_p = 0,042 \text{ m}^3$  – objętość przewodów i urządzeń w kotłowni  
 $\rho = 999,7 \text{ kg/m}^3$  – gęstość czynnika o temperaturze  $10 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  
 $\Delta v = 0,0287 \text{ dm}^3/\text{kg}$  – przyrost objętości właściwej czynnika

- wymagana pojemność całkowita naczynia wzbiorczego:

$$V_c = V_u \cdot \frac{p_{\max} + p}{p_{\max} - p} = 2,87 \cdot \frac{3,0 + 1,0}{3,0 - 1,0} = 5,74 \text{ dm}^3$$

gdzie:

$p_{\max} = 3,0 \text{ bary}$  – maksymalne ciśnienie dopuszczalne dla naczynia wzbiorczego

$p = p_{\text{st}} + 0,2 = 0,8 + 0,2 = 1,0 \text{ bara}$  – ciśnienie statyczne w instalacji c.o.

- wymagana średnica rury wzbiorczej:

$$d_{RW} = 0,7 \cdot \sqrt{V_u} = 0,7 \cdot \sqrt{2,87} = 1,19 \text{ mm}$$

Dobrano rurę wzbiorczą o najmniejszej dopuszczalnej średnicy  $d_n = 20 \text{ mm}$ .

Dla zabezpieczenia obiegu czynnika grzejnego przez zespół grzewczy przed przyrostem objętości tego czynnika zaprojektowano zamknięte przeponowe naczynie wzbiorcze o objętości całkowitej  $25 \text{ dm}^3$  – przeznaczone dla instalacji wypełnionych roztworem glikolowym. Naczynie należy podłączyć do instalacji za pomocą złącza przyłączeniowego  $3/4''$ .

#### b). Zabezpieczenie przed przekroczeniem dopuszczalnego ciśnienia

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

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

gdzie:

$Q_m = 9000 \text{ kg/h}$  – maksymalny przepływ wody w obiegu instalacji c.o.;

$K_{dr} = 0,9 \times 0,52 = 0,468$  – współczynnik wypływu

$K_v = 1,0$  – dla wody

$P_o = 3 + 1 = 4 \text{ bar abs.}$  – maksymalne ciśnienie absolutne dla pomp ciepła i kotła gazowego

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

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

$$A = \frac{9000}{1,61 \cdot 0,468 \cdot \sqrt{(4 - 1) \cdot 983}} = 220,0 \text{ mm}^2$$

Stąd średnica siedliska zaworu bezpieczeństwa powinna wynosić:

$$d_o = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 220}{3,14}} = 16,74 \text{ mm}$$

Dla zabezpieczenia obiegu czynnika grzeijnego przez zespół grzewczy przed przekroczeniem maksymalnego dopuszczalnego ciœnienia zaprojektowano dwa membranowe zawory bezpieczeñstwa o œrednicy do = 20 mm i Dn = 25 mm. Nastawa otwarcia 3 bary. Zawory nale¿y zamontowaæ (po jednym) dla obiegu czynnika przez kocioł i dla oddzielnego obiegu czynnika przez pompy ciepła.

#### c). Zabezpieczenie przed zanieczyszczeniami mechanicznymi

Dla zabezpieczenia tego obiegu przed zanieczyszczeniami mechanicznymi zaprojektowano filtr dokładnego oczyszczania (600 oczek/cm<sup>2</sup>) o œrednicy Dn = 65 mm i współczynnika przepływu kv = 82,0 m<sup>3</sup>/h. Spadek ciœnienia na filtrze będnie wynosił (przy przepływie G = 9,0 m<sup>3</sup>/h):

$$\Delta p_F = \left(\frac{Gi}{kv}\right)^2 \cdot 100 = \left(\frac{9,0}{82}\right)^2 \cdot 100 = 1,204 \text{ kPa}$$

### 2.5. Zawory automatycznej regulacji

#### a). zawór mieszający dla regulacji „pogodowej” parametrów pracy instalacji c.o.:

Dla przepływu Gco = 4,1 m<sup>3</sup>/h i zało¿onego spadku ciœnienia Δp = 0,1 bara wymagany współczynnik przepływu zaworu regulacyjnego będnie wynosił:

$$kv = \frac{Gco}{\sqrt{\Delta p}} = \frac{4,1}{\sqrt{0,1}} = 12,97 \text{ m}^3/\text{h}$$

Dla regulacji „pogodowej” parametrów pracy instalacji c.o. zaprojektowano zawór trójdrogowy mieszający o œrednicy Dn = 32 mm i współczynnika kv = 16 m<sup>3</sup>/h. Zawór będnie współpracował z siłownikiem elektrycznym o zasilaniu 1 x 230 V. Pracę powy¿szego zaworu będnie regulował sterownik układu grzewczego. Spadek ciœnienia na zaworze będnie wynosił:

$$\Delta p_Z = \left(\frac{Gi}{kv}\right)^2 \cdot 100 = \left(\frac{4,1}{16}\right)^2 \cdot 100 = 6,57 \text{ kPa}$$

#### b). zawór równowa¿ący z przepływomierzem do regulacji parametrów pracy układu grzewczego:

Dla regulacji parametrów pracy układu grzewczego (zgodnie z wymaganiami producenta tego układu) zaprojektowano zawór równowa¿ący z przepływomierzem o œrednicy nominalnej zawory Dn 50 (2") i współczynnika przepływu kv = 47 m<sup>3</sup>/h. Zakres regulacji przepływu od 50 do 200 l/min (tj. od 3 do 12 m<sup>3</sup>/h). Spadek ciœnienia na zaworze będnie wynosił:



$$\Delta p_z = \left( \frac{G_i}{k_v} \right)^2 \cdot 100 = \left( \frac{9,0}{47} \right)^2 \cdot 100 = 3,67 \text{ kPa}$$

## 2.6. Pompy obiegowe

Dla projektowanego układu grzewczego zastosowano następujące pompy obiegowe:

### a). Pompa obiegowa dla instalacji c.o.

- wymagana wydajność pompy:

$$G_p = 1,1 \cdot G_{co} = 1,1 \cdot 4113 = 4524 \text{ kg/h} \approx 4,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

- wymagana wysokość podnoszenia pompy:

$$H_p = 1,1 \cdot (\Delta p_{co} + \Delta p_k) = 1,1 \cdot (42,3 + 7,4) = 54,67 \text{ kPa} \approx 5,5 \text{ mH}_2\text{O}$$

gdzie:

$\Delta p_{co} = 42,3 \text{ kPa}$  – wymagane ciśnienie dyspozycyjne dla instalacji c.o.

$\Delta p_k = 7,4 \text{ kPa}$  – suma oporów w obrębie pomieszczenia kotłowni.

Dla powyższych danych zaprojektowano elektroniczną pompę o samoczynnej regulacji parametrów pracy:  $G_p = 0 - 5,5 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $H_p = 5,5 \text{ mH}_2\text{O}$ ,  $P = 9 - 124 \text{ W}$ ,  $I = 0,09 - 1,02 \text{ A}$ ,  $U = 1 \times 230 \text{ V} / 50 \text{ Hz}$ .

### b). Pompa dla obiegu ładowania bufora

- wymagana wydajność pompy:

$$G_p = 1,1 \cdot \frac{Q_{wym} \cdot 3600}{\Delta t \cdot c_p} = 1,1 \cdot \frac{117,8 \cdot 3600}{20 \cdot 4,19} = 5567 \text{ kg/h} \approx 5,6 \text{ m}^3/\text{h}$$

- wymagana wysokość podnoszenia pompy:

$$H_p = 1,1 \cdot \Delta p_{wym} = 1,1 \cdot 9,0 = 9,9 \text{ kPa} \approx 1,0 \text{ mH}_2\text{O}$$

gdzie:

$\Delta p_{wym} = 9,0 \text{ kPa}$  – opory wymiennika ciepła

Dla powyższych danych zaprojektowano pompę o stałych parametrach pracy:  $G_p = 5,6 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $H_p = 1,3 \text{ mH}_2\text{O}$ ,  $P = 155 \text{ W}$ ,  $I = 0,70 \text{ A}$ ,  $U = 1 \times 230 \text{ V} / 50 \text{ Hz}$ . Pompę należy wyposażyć w moduł sterowania  $0 - 10 \text{ V}$ .

**Uwaga:** zgodnie z wymaganiami producenta pompy muszą być zamontowane tak aby os wirnika pompy znajdowała się w pozycji poziomej, a puszki przyłączeniowe były na górze !!!

## 2.7. Obliczenia hydrauliczne dla obiegu przez pompy ciepła

W celu sprawdzenia czy wysokość podnoszenia pomp obiegowych zespołu grzewczego (wynosząca  $H_p = 10 \text{ mH}_2\text{O}$ ) będzie wystarczająca wykonano poniższe obliczenia sprawdzające.

a). Wyznaczenie oporów hydraulicznych na przewodach i armaturze

Lp.	Rodzaj przewodu	G [l/h]	$R_L$ [kPa/m]	L [m]	$L_z$ [m]	$L+L_z$ [m]	$\Delta p_L$ [kPa]
1	Przewód preizolowany Dn 65 mm	9000	0,114	6,5	6,0	12,5	1,43
2	Przewód stalowy Dn 65 mm	9000	0,112	6,3	6,0	12,3	1,38
Razem							2,81

b). Wyznaczenie całkowitych oporów hydraulicznych

Lp.	Urządzenie	Spadek ciśnienia	
		[kPa]	[m H <sub>2</sub> O]
1	Układ grzewczy	43,0	4,3
2	Wymiennik	10,0	1,0
3	Filtr Dn 65	1,2	0,12
4	Reg. przepływu Dn 50	3,67	0,37
Razem		<b>57,87</b>	<b>5,79</b>
Opory przewodów		<b>2,81</b>	<b>0,28</b>
Całość oporów		<b>60,68</b>	<b>6,07</b>
Całość glikol 40 % (x 1,16)		<b>70,39</b>	<b>7,04</b>

Z przeprowadzonych obliczeń wynika, że opory hydrauliczne zaprojektowanego układu będą mniejsze od wysokości podnoszenia pomp obiegowych zastosowanych w zaprojektowanych zespole grzewczym.

### 3. WYKAZ URZĄDZEŃ I ARMATURY

Nr	Wyszczególnienie	Ilość
1	Zewnętrzny układ grzewczy o łącznej mocy cieplnej 111 kW - składający się z dwóch absorpcyjnych, gazowych pomp ciepła i kondensacyjnego, gazowego kotła szczytowego z zestawem automatyki	1 kpl.
2	Neutralizator kondensatu z pompą i wężem elastycznym o długości 6 m – dla kotłów o mocy 120 kW	1 kpl.
3	Skręcany wymiennik płytowy o mocy cieplnej 119 kW z izolacją cieplną	1 kpl.
4	Zbiornik buforowy o objętości 1500 dm <sup>3</sup> , z izolacją	1 kpl.
5	Magnetoodmulacz dla instalacji c.o., króćce przyłączeniowe Dn = 40 mm i współczynnik kv = 35 m <sup>3</sup> /h	1 szt.
6	Filtr dla obiegu glikolowego układu grzewczego, Fi = 65 mm i kv = 82 m <sup>3</sup> /h	1 szt.
7	Filtr dla instalacji c.o., Fi = 40 mm i kv = 32 m <sup>3</sup> /h	1 szt.
8	Przeponowe naczynie wzbiorcze dla obiegu glikolowego o objętości Vc = 25 dm <sup>3</sup> , ze złączem montażowym 3/4"	1 kpl.
9	Przeponowe naczynie wzbiorcze dla instalacji c.o. o objętości Vc = 200 dm <sup>3</sup> , ze złączem montażowym 1"	1 kpl.
10	Zawór trójdrogowy mieszający dla instalacji c.o. Dn = 32 mm i kv = 16 m <sup>3</sup> /h z siłownikiem elektrycznym 1 x 230 V	1 kpl.
11	Elektroniczna pompa obiegowa c.o.: Gp = 0 – 5,5 m <sup>3</sup> /h, Hp = 5,4 mH <sub>2</sub> O, 1 x 230 V, z izolacją	1 kpl.
12	Pompa ładowania bufora: Gp = 5,6 m <sup>3</sup> /h, Hp = 1,3 mH <sub>2</sub> O, 1 x 230 V, z izolacją oraz z modułem sterowania 0 – 10 V	1 kpl.
13	Pompa ręczna ze zbiornikiem o obj. 9 dm <sup>3</sup> do napełniania układu grzewczego roztworem glikolowym	1 kpl.
14	Zawór bezpieczeństwa dla obiegu przez kocioł gazowy i dla obiegu przez pompy ciepła Dn = 25 mm, do = 20 mm, nastawa 3 bary	2 szt.
15	Zawór bezpieczeństwa dla instalacji c.o. Dn = 20 mm, do = 14 mm, nastawa 3 bary	1 szt.
16	Zawór kulowy gwintowany Dn = 50 mm	7 szt.
17	Zawór zwrotny gwintowany Dn = 50 mm	1 szt.
18	Zawór kulowy gwintowany Dn = 40 mm	5 szt.
19	Zawór zwrotny gwintowany Dn = 40 mm	1 szt.
20	Zawór kulowy gwintowany Dn = 20 mm	2 szt.
21	Zawór kulowy gwintowany Dn = 15 mm	8 szt.
22	Automatyczny separator powietrza do dużych zbiorników	1 szt.
23	Automatyczny separator powietrza dla przewodu Dn 50 mm	1 szt.
24	Zawór równoważący o średnicy Dn 50 mm i kv = 57 m <sup>3</sup> /h z przepływomierzem o zakresie pomiarów od 50 do 200 l/min	1 szt.
T	Termometr 0 – 100 °C	8 szt.
M	Manometr 0 – 6 bar	11 szt.

