

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

PROJEKT REMONTU ISTNIEJĄCEJ KOTŁOWNI

FAZA : PROJEKT WYKONAWCZY
OBIEKT : Zespół Szkolno – Przedszkolny
ul. Szkolna 24
19-206 Rajgród
INWESTOR : Urząd Miasta Rajgród
ul. Warszawska 22
19-206 Rajgród
AUTOR : mgr inż. Barbara Stempniak
OPRACOWAŁ dr inż. Andrzej Stempniak

S P I S T R E Ś C I:

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

Białystok, maj 2015 r.

OPIS TECHNICZNY

1. Temat i zakres opracowania

Tematem opracowania jest projekt wykonawczy remontu istniejącej kotłowni na lekki olej opałowy, która jest źródłem ciepła dla instalacji centralnego ogrzewania i c.w.u. w budynkach Zespołu Szkolno – Przedszkolnego w Rajgrodzie przy ul. Szkolnej 24. Zgodnie z zapisami audytu energetycznego budynku oraz zaleceniem inwestora zmodernizowana kotłownia powinna być przystosowana do spalania peletów oraz powinna odpowiadać aktualnym potrzebom cieplnym budynku tj. po realizacji przedsięwzięć termomodernizacyjnych.

2. Podstawa opracowania

Podstawą wykonania projektu były:

- Zlecenie inwestora,
- „Audyt efektywności ekologicznej dla Zespołu Szkolno - Przedszkolnego w Rajgrodzie” NAPE S.A., Warszawa 2013 r.,
- Koncepcja architektoniczno – budowlana „Instalacji podgrzewania wody kolektorami słonecznymi dla budynku Zespołu Szkolno - Przedszkolnego w Rajgrodzie” Opracowanie Romana Zasady,
- „Projekt budowlany przebudowy technologii kotłowni olejowej w Szkole Podstawowej w Rajgrodzie” PPUH Eco Kompakt s.c., Białystok 2009 r.,
- „Projekt remontu instalacji c.o. w Zespole Szkolno - Przedszkolnym w Rajgrodzie” NAPE S.A., Białystok 2015 r.,
- Oględziny istniejącej kotłowni;
- Polskie Normy i wytyczne projektowania.

3. Dane wyjściowe do projektu

- | | |
|---|--|
| a). obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną na cele c.o.: | $Q_{co} = 118,2 \text{ kW}$ |
| b). obliczeniowe temperatury pracy instalacji c.o.: | $t_z/t_p = 80/60 \text{ }^{\circ}\text{C}$ |
| c). wymagane ciśnienie dyspozycyjne: | $\Delta p_{co} = 34,8 \text{ kPa}$ |
| d). całkowita objętość instalacji c.o.: | $V_{co} = 567 \text{ dm}^3$ |
| e). dane i wymagania dodatkowe: | |

Zgodnie z zapisami „Audytu efektywności ekologicznej ...” podgrzew ciepłej wody użytkowej powinien być realizowany za pomocą zestawu kolektorów słonecznych, których wstępny dobór przedstawia Koncepcja architektoniczno – budowlana „Instalacji podgrzewania wody kolektorami słonecznymi dla budynku

Zespołu Szkolno - Przedszkolnego w Rajgrodzie”. W koncepcji tej zastosowano objętościowy, biwalentny podgrzewacz c.w.u. o objętości 300 dm³ i w związku z tym w ramach niniejszego projektu kotłowni zostanie zastosowany taki podgrzewacz c.w.u. Pozostały dobór urządzeń w instalacji z kolektorami słonecznymi objęty będzie oddzielnym opracowaniem.

UWAGA: Przy doborze kotłów należy uwzględnić fakt, iż szerokość drzwi wejściowych do kotłowni wynosi **tylko 80 cm !!!**.

4. Opis projektowanej kotłowni

4.1. Kotły

Dla pokrycia obliczeniowego zapotrzebowania na moc cieplną na cele c.o. (w wysokości $Q_{co} = 118,2$ kW), z uwzględnieniem bardzo wąskich drzwi wejściowych do kotłowni (szerokość tylko 0,80 m), zaprojektowano kocioł firmy KOSTRZEWA typu MXB 150 o następujących parametrach technicznych:

Dane techniczne kotła MXB 150:

- Zakres mocy znamionowej: 45 - 150 kW;
- Sprawność nominalna: 90,2 %;
- Rodzaj paliwa: pelety;
- Temperatura spalin: 158 °C;
- Maksymalne ciśnienie robocze: 3 bary;
- Maksymalna temperatura wody: 80 °C;
- Minimalna temperatura wody: 45 °C;
- Opory przepływu wody: 21,6 – 34,3 mbara;
- Wymagany ciąg kominowy: 0,30 mbara;
- Pojemność wodna: 408 dm³;
- Średnica wylotu spalin: 225 mm;
- Przyłącza wody grzewczej i powrotnej: Dn 80;
- Przyłącze grupy bezpieczeństwa: Dn 50;
- Zasilanie elektryczne: 230 V / 50 Hz;
- Wymiary kotła po złożeniu: 2170 x 890 x 1485 mm,
przy szerokości kotła 0,78 m bez obudowy – tj. w momencie dostawy;
- Zabezpieczenie kotła: system otwarty lub zamknięty.

Przy zamkniętym systemie zabezpieczenia kotła konieczne jest zastosowanie (zgodnie z wymaganiami producenta) następujących urządzeń:

- zaworu bezpieczeństwa na ciśnienie otwarcia 2 bary;
- zaworu zabezpieczającego przed przegrzaniem wody w kotle;
- zamkniętego naczynia wzbiorczego.

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

Kocioł należy wyposażyć w palnik typu Platinum Bio 150 kW przystosowany do spalania peletów oraz zbiornik model 1368 I (zamiast zbiornika o objętości 295 l stosowanego standardowo) z podajnikiem paliwa do palnika.

Do regulacji parametrów pracy kocioł typu Maxi Bio 150 kW należy zamontować (na kotle) szafę sterującą typu Platinum Bio 2 o następujących funkcjach sterowania:

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

Regulator ten umożliwia regulację „pogodową” parametrów pracy jednej instalacji c.o. - za pomocą zaworu mieszającego, który będzie zastosowany dla modernizowanej instalacji c.o. Ponadto szafę sterującą należy wyposażyć w czujnik temperatury zewnętrznej typu CTZ-01 oraz czujnik temperatury wody instalacyjnej typu CT2 (dla regulowanej instalacji c.o.).

4.2. Podgrzewacz c.w.u.

Dla zapewnienia możliwości współpracy projektowanej kotłowni z instalacją kolektorów słonecznych (wg odrębnego opracowania) zaprojektowana objętościowy, biwalentny podgrzewacz c.w.u. firmy Viessmann typu Vitocell 100-B o następujących parametrach eksploatacyjnych:

- | | |
|-------------------------------|-------------------------|
| - pojemność | 300 dm ³ ; |
| - max. ciśnienie | 10 bar; |
| - max. temperatura grzewcza | 160 °C; |
| - moc cieplna (80/10/60 °C) | 20 kW; |
| - wydajność (80/10/60 °C) | 344 dm ³ /h; |
| - opory wężownicy górnej | 15 mbara; |
| - wymiary (średnica/wysokość) | 633 / 1746 mm. |

4.3. Dobór sprzęgła hydraulicznego

Dla zapewnienia szybkiego nagrzewania się kotła i skrócenia obiegu wody kotłowej zaprojektowano (przy $G_k = 5,6 \text{ m}^3/\text{h}$) sprzęgło hydrauliczne (z funkcją zwrotnicy hydraulicznej) firmy MEIBES typu Wartownik MH 50 o średnicy króćców

przyłączeniowych $D_n = 50$ mm, na którym opory hydrauliczne będą wynosiły (wg nomogramu) $\Delta p = 0,01$ bara = 1,0 kPa.

4.4. Zabezpieczenie kotła i instalacji grzewczych

a). Zawór bezpieczeństwa dla kotła

Dla zabezpieczenia kotła przed przekroczeniem dopuszczalnego ciśnienia zaprojektowano zawór bezpieczeństwa firmy SYR typu 1915 o $D_n = 25$ mm i $d_o = 20$ mm. Nastawa ciśnienia 2 bary.

b). Zawór bezpieczeństwa dla instalacji c.w.u.

Dla zabezpieczenia instalacji c.w.u. przed przekroczeniem dopuszczalnego ciśnienia zaprojektowano zawór bezpieczeństwa firmy SYR typu 2115 o $D_n = 15$ mm i $d_o = 12$ mm. Nastawa ciśnienia 5 barów.

c). Naczynie wzbiornicze dla zabezpieczenia instalacji c.o.

Dla zabezpieczenia instalacji c.o. przed przyrostem objętości wody zaprojektowano zamknięte naczynie wzbiornicze firmy Reflex typu NG 50 o pojemności całkowitej $V_c = 50$ dm³. Naczynie należy połączyć z instalacją c.o. rurą wzbiorniczą o średnicy $d_n = 25$ mm.

d). Zabezpieczenie kotła przed zbyt niską temperaturą wody powrotnej

Zgodnie z zaleceniami producenta kotła, dla jego zabezpieczenia przed zbyt niską temperaturą wody powrotnej zaprojektowano termostatyczny zawór mieszający trójdrogowy firmy Regulus typu TSV8 45°C o średnicy $D_n = 50$ mm i współczynniku $K_{vs} = 31,5$ m³/h.

e). Zabezpieczenie kotła przed przegrzaniem

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

f). Zabezpieczenie przed zanieczyszczeniami mechanicznymi

Dla wstępnego oczyszczania wody instalacyjnej (powracającej do kotłowni) zaprojektowano magnetoodmulacz firmy SPAW-TEST typu OISm 200/50 o współczynniku $k_v = 67$ m³/h. Natomiast dla dokładnego oczyszczania wody kotłowej zaprojektowano filtr o liczbie oczek 600/cm² firmy Polna typu FS-1 o $d_n = 50$ mm i $k_v = 50$ m³/h.

4.5. Zawór mieszający dla regulacji pogodowej instalacji c.o.

Zaprojektowano zawór mieszający trójdrogowy firmy ESBE typu VRG 131 o średnicy Dn 40 mm i kvs = 25 m³/h. Na zaworze należy zamontować siłownik elektryczny firmy ESBE typu ARA 651 (90°, 60 s, 230 V/50 Hz).

4.6. Pompy obiegowe

a). Pompa dla obiegu kotłowego

Zaprojektowano jedną pompę firmy GRUNDFOS typu UPS 32 – 55 o parametrach pracy (na III biegu): Gp = 5,6 m³/h, Hp = 1,5 m H₂O, P = 105 W, I = 0,46 A, U = 1 x 230 V / 50 Hz.

b). Pompa dla obiegu podgrzewacza c.w.u.

Zaprojektowano jedną pompę firmy GRUNDFOS typu Alpha2 25 - 40 o parametrach pracy (na I biegu): Gp = 1,0 m³/h, Hp = 0,8 m H₂O, P = 22 W, I = 0,19 A, U = 1 x 230 V / 50 Hz.

c). Pompa obiegowa dla instalacji c.o.

Zaprojektowano jedną pompę firmy GRUNDFOS typu Magna3 40 – 80F (N) o parametrach pracy: Gp = 2,0 – 12,0 m³/h, Hp = 2,0 – 6,0 m H₂O, P = 17 – 265 W, I = 0,19 – 1,20 A, U = 1 x 230 V / 50 Hz.

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

d). Pompa dla obiegu cyrkulacyjnego instalacji c.w.u.

Dla wymuszenia krążenie wody w instalacji cyrkulacyjnej c.w.u. zaprojektowano jedną pompę firmy GRUNDFOS typu Comfort UP 15 – 14BX PM o parametrach pracy: Gp = 0,05 – 0,5 m³/h, Hp = 0,1 – 1,2 m H₂O, P = 25 W, I = 0,11 A, U = 1 x 230 V / 50 Hz. Praca pompy będzie sterowana czujnikiem temperatury.

4.7. Odprowadzenie spalin

Do odprowadzenia spalin z kotła zaprojektowano komin i czopuch dwuścienny firmy MK – Żary typu MKD PREMIUM (dla kotłów na biomasę) o średnicy Dn = 250 mm. Wysokość czynna komina wynosi 12 m i zapewnia wymagany ciąg kominowy.

4.8. Wentylacja kotłowni

Dla doprowadzenia powietrza zewnętrznego należy wykonać kanał „zetowy” z blachy ocynkowanej o wymiarach 200 x 200 mm (Fn = 0,04 m²). Wlot kanału powinien być usytuowany 2 m nad terenem, a wylot kanału należy usytuować 0,5 m nad podłogą. Wlot i wylot powietrza należy zabezpieczyć kratkami wentylacyjnymi firmy ALNOR typu SHR 200 x 200 mm.

Natomiast do usuwania powietrza z kotłowni i podręcznego magazynu paliwa należy zastosować kanały wywiewne o wymiarach 140 x 140 mm ($F_w = 0,0196 \text{ m}^2$). Kanały te zamontować 0,3 m pod stropem kotłowni. Wloty i wyloty kanałów należy zabezpieczyć kratkami wentylacyjnymi o wymiarach 140 x 140 mm.

4.9. Rurociągi i armatura

Rurociągi instalacji technologicznej kotłowni należy wykonać z rur stalowych czarnych (wg PN - 74/H – 74200) łączonych przez spawanie. Na przewodach tych należy stosować armaturę dla temperatury 100 °C i dla ciśnienia 0,6 MPa.

4.10. Próby szczelności

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

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

4.11. Izolacja rurociągów

Po wykonaniu próby szczelności i sprawdzeniu wszystkich połączeń rurociągi stalowe należy oczyścić i pomalować farbą antykorozyjną (termoodporną). Na tak przygotowane powierzchnie należy zamontować izolację termiczną firmy PAROC typu Paroc Hvac Section GreyCoat o następujących grubościach (zgodnie z WT 2008):

$\phi 65$	grubość 70 mm;
$\phi 50$	grubość 60 mm;
$\phi 25$ i 32	grubość 30 mm;
$\phi 15$ i 20	grubość 20 mm;

4.12. Wytyczne dla instalacji elektrycznej

Dla zasilania wyposażenia kotła (tj. wentylatora, podajnika ślimakowego, regulatora kotłowego, itp.) i innych urządzeń zainstalowanych w kotłowni (tj. pompy obiegowe, siłowniki zaworów regulacyjnych, itp.) w energię elektryczną należy, zgodnie z zaleceniami producenta kotłów, wykonać niezależną instalację elektryczną. Instalacja ta powinna posiadać własny wyłącznik główny oraz odpowiednie zabezpieczenia. Ponadto instalacja ta powinna być wyposażona w urządzenia typu UPS dla podtrzymania zasilania kotłowni w przypadku awarii zewnętrznego zasilania Zespołu Szkolno - Przedszkolnego w energię elektryczną.

4.13. Wytyczne budowlane

Dla stworzenia podręcznego magazynu paliwa (o powierzchni $F = 4,25 \text{ m}^2$) należy wymurować dodatkowe ściany i w jednej z nich zamontować drzwi wejściowe,

stalowe o wymiarach 0,9 x 2,0 m. Ponadto należy wykonać fundamenty pod kocioł i podgrzewacz c.w.u. o wysokości 0,1 m – zgodnie z rzutem kotłowni.

Dodatkowo, zgodnie z obowiązującymi Warunkami Technicznymi, należy wykuć otwory okienne (dla podręcznego magazynu paliwa i pomieszczenia nowej kotłowni) i osadzić w nich stolarkę okienną o wymiarach 0,9 x 0,6 m. W tym celu po zewnętrznej stronie ściany należy wybrać grunt i wykonać ściany oporowe z cegły lub betonu – o wymiarach podanych w części rysunkowej.

Ponadto należy wykonać przebicia przez ściany dla zamontowania kanałów wentylacyjnych oraz dla przeprowadzenia czopucha do komina.

UWAGI:

- 1. Całość prac związanych z przebudową kotłowni należy wykonać zgodnie z „Warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlano – montażowych” cz. II.**
- 2. Wszystkie urządzenia technologiczne zastosowane w kotłowni powinny posiadać certyfikaty, znak bezpieczeństwa typu B lub deklarację zgodności. Powinny być poddawane okresowym przeglądom i kontroli – zgodnie z zaleceniami producenta.**
- 3. Dopuszcza się zastosowanie urządzeń i armatury innych producentów pod warunkiem, że ich parametry techniczne będą odpowiadały parametrom zaprojektowanych urządzeń.**

Autor opracowania:
mgr inż. Barbara Stempniak

OBLICZENIA I DOBÓR URZĄDZEŃ

1. Dane wyjściowe

- a). obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną na cele c.o.: $Q_{co} = 118,2 \text{ kW}$
b). obliczeniowe temperatury pracy instalacji c.o.: $t_z/t_p = 80/60 \text{ }^{\circ}\text{C}$
c). wymagane ciśnienie dyspozycyjne: $\Delta p_{co} = 34,8 \text{ kPa}$
d). całkowita objętość instalacji c.o.: $V_{co} = 567 \text{ dm}^3$
e). dane i wymagania dodatkowe:

Zgodnie z zapisami „Audytu efektywności ekologicznej ...” podgrzew ciepłej wody użytkowej powinien być realizowany za pomocą zestawu kolektorów słonecznych, których wstępny dobór przedstawia Koncepcja architektoniczno – budowlana „Instalacji podgrzewania wody kolektorami słonecznymi dla budynku Zespołu Szkolno - Przedszkolnego w Rajgrodzie”. W koncepcji tej zastosowano objętościowy, biwalentny podgrzewacz c.w.u. o objętości 300 dm^3 i w związku z tym w ramach niniejszego projektu kotłowni zostanie zastosowany taki podgrzewacz c.w.u. Pozostały dobór urządzeń w instalacji z kolektorami słonecznymi objęty będzie oddzielnym opracowaniem.

2. Dobór urządzeń technologicznych

2.1. Dobór kotła

Dla pokrycia obliczeniowego zapotrzebowania na moc cieplną na cele c.o. (w wysokości $Q_{co} = 118,2 \text{ kW}$), z uwzględnieniem bardzo wąskich drzwi wejściowych do kotłowni (szerokość tylko $0,80 \text{ m}$), zaprojektowano kocioł firmy KOSTRZEWA typu MXB 150 o następujących parametrach technicznych:

Dane techniczne kotła MXB 150:

- | | |
|---|--------------------------|
| - Zakres mocy znamionowej: | 45 - 150 kW; |
| - Sprawność nominalna: | 90,2 %; |
| - Rodzaj paliwa: | pelety; |
| - Temperatura spalin: | 158 $^{\circ}\text{C}$; |
| - Maksymalne ciśnienie robocze: | 3 bary; |
| - Maksymalna temperatura wody: | 80 $^{\circ}\text{C}$; |
| - Minimalna temperatura wody: | 45 $^{\circ}\text{C}$; |
| - Opory przepływu wody: | 21,6 – 34,3 mbara; |
| - Wymagany ciąg kominowy: | 0,30 mbara; |
| - Pojemność wodna: | 408 dm^3 ; |
| - Średnica wylotu spalin: | 225 mm; |
| - Przyłącza wody grzewczej i powrotnej: | Dn 80; |
| - Przyłącze grupy bezpieczeństwa: | Dn 50; |

- Zasilanie elektryczne: 230 V / 50 Hz;
- Wymiary kotła po złożeniu: 2170 x 890 x 1485 mm,
przy szerokości kotła 0,78 m bez obudowy – tj. w momencie dostawy;
- Zabezpieczenie kotła: system otwarty lub zamknięty.

Przy zamkniętym systemie zabezpieczenia kotła konieczne jest zastosowanie (zgodnie z wymaganiami producenta) następujących urządzeń:

- zaworu bezpieczeństwa na ciśnienie otwarcia 2 bary;
- zaworu zabezpieczającego przed przegrzaniem wody w kotle;
- zamkniętego naczynia wzbiorczego.

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

Kocioł należy wyposażyć w palnik typu Platinum Bio 150 kW przystosowany do spalania peletów oraz zbiornik model 1368 I (zamiast zbiornika o objętości 295 l stosowanego standardowo) z podajnikiem paliwa do palnika.

Do regulacji parametrów pracy kotła typu Maxi Bio 150 kW należy zamontować (na kotle) szafę sterującą typu Platinum Bio 2 o następujących funkcjach sterowania:

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

Regulator ten umożliwia regulację „pogodową” parametrów pracy jednej instalacji c.o. - za pomocą zaworu mieszającego, który będzie zastosowany dla zasilanej instalacji c.o. Ponadto szafę sterującą należy wyposażyć w czujnik temperatury zewnętrznej typu CTZ-01 oraz czujnik temperatury wody instalacyjnej typu CT2 (dla regulowanej instalacji c.o.).

2.2. Podgrzewacz c.w.u.

Dla zapewnienia możliwości współpracy projektowanej kotłowni z instalacją kolektorów słonecznych (wg odrębnego opracowania) zaprojektowana objętościowy, biwalentny (tj. do współpracy z kolektorami słonecznymi oraz kotłem grzewczym)

podgrzewacz c.w.u. firmy Viessmann typu Vitocell 100-B o następujących parametrach eksploatacyjnych:

- pojemność 300 dm³;
- max. ciśnienie 10 bar;
- max. temperatura grzewcza 160 °C;
- moc cieplna (80/10/60 °C) 20 kW;
- wydajność (80/10/60 °C) 344 dm³/h;
- opory węzownicy górnej 15 mbara;
- wymiary (średnica/wysokość) 633 / 1746 mm.

2.3. Dobór sprzęgła hydraulicznego

Dla zapewnienia szybkiego nagrzewania się kotła i skrócenia obiegu wody kotłowej zaprojektowano (przy $G_k = 5,6 \text{ m}^3/\text{h}$) sprzęgło hydrauliczne (z funkcją zwrotnicy hydraulicznej) firmy MEIBES typu Wartownik MH 50 o średnicy króćców przyłączeniowych $D_n = 50 \text{ mm}$, na którym opory hydrauliczne będą wynosiły (wg nomogramu) $\Delta p = 0,01 \text{ bara} = 1,0 \text{ kPa}$.

2.4. Dobór zabezpieczeń dla kotła i instalacji wewnętrznych

a). Dobór zaworu bezpieczeństwa dla kotła

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

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

gdzie:

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

$$G_k = 1,1 \cdot \frac{Q_k \cdot 3600}{\Delta t \cdot c_p} = 1,1 \cdot \frac{118,2 \cdot 3600}{20 \cdot 4,19} = 5586 \text{ kg/h}$$

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

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

$K_{dr} = 0,9 \times 0,30 = 0,27$ – współczynnik wypływu;

$K_v = 1,0$ – dla wody;

$P_o = 2 + 1 = 3 \text{ bar abs.}$ – maksymalne ciśnienie absolutne dla kotła;

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

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

$$A = \frac{5586}{1,61 \cdot 0,27 \cdot \sqrt{(3-1) \cdot 983}} = 289,8 \text{ mm}^2$$

Stąd średnica siedliska zaworu bezpieczeństwa powinna wynosić:

$$d_o = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 289,8}{3,14}} = 19,2 \text{ mm}$$

W związku z powyższym zaprojektowano zawór bezpieczeństwa firmy SYR typu 1915 o Dn = 25 mm i d_o = 20 mm. Nastawa ciśnienia 2 bary.

b). Dobór zaworu bezpieczeństwa dla instalacji c.w.u.

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 = 344 kg/h – maksymalny rozbiór c.w.u. (wg danych podgrzewacza c.w.u.)

K_{dr} = 0,9 x 0,25 = 0,225 – współczynnik wypływu;

K_v = 1,0 – dla wody;

P_o = 5 + 1 = 6 bar abs. – maksymalne ciśnienie absolutne dla instalacji c.w.u.;

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

ρ = 983 kg/m³ – średnia gęstość wody;

$$A = \frac{344}{1,61 \cdot 0,225 \cdot \sqrt{(6-1) \cdot 983}} = 13,55 \text{ mm}^2$$

Stąd średnica siedliska zaworu bezpieczeństwa powinna wynosić:

$$d_o = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 13,55}{3,14}} = 4,15 \text{ mm}$$

W związku z powyższym zaprojektowano zawór bezpieczeństwa firmy SYR typu 2115 o Dn = 15 mm i d_o = 12 mm. Nastawa ciśnienia 5 barów.

c). Dobór naczynia wzbiorniczego dla zabezpieczenia instalacji c.o. (wg PN – B – 02414)

- wymagana pojemność użytkowa naczynia wzbiorniczego:

$$V_u = V \cdot \rho \cdot \Delta v = 1,1 \cdot 999,7 \cdot 0,0287 = 31,6 \text{ dm}^3$$

gdzie:

V = 1,1 x (V_k + V_{co}) = 1,1 x (408 + 567) = 1073 dm³ = 1,1 m³ – łączna objętość instalacji c.o. i kotłowni;

V_k = 408 dm³ – pojemność wodna kotła;

V_{co} = 567 dm³ – całkowita pojemność wodna instalacji c.o.;

Δv = 0,0287 m³/kg – przyrost objętości właściwej wody;

ρ = 999,7 kg/m³ – gęstość wody wodociągowej;

- wymagana pojemność całkowita naczynia wzbiorniczego:

$$V_c = V_u * \frac{p_{\max} + 1}{p_{\max} - p} = 31,6 * \frac{6 + 1}{6 - 1,2} = 46,1 \text{ dm}^3$$

gdzie:

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

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

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

- wymagana średnica rury wzbiorniczej:

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

Dobrano rurę wzbiornczą o średnicy $d_n = 25 \text{ mm}$ – średnica króćca przy naczyniu wzbiornczym.

d). Dobór zabezpieczenia kotła przed zbyt niską temperaturą wody powrotnej

Zgodnie z zaleceniami producenta kotła dla jego zabezpieczenia przed zbyt niską temperaturą wody powrotnej zaprojektowano termostatyczny zawór trójdrogowy, mieszający firmy Regulus typu TSV8 45°C o średnicy $D_n = 50 \text{ mm}$ i współczynniku $Kvs = 31,5 \text{ m}^3/\text{h}$. Opory hydrauliczne zaworu mieszającego będą wynosiły:

$$\Delta p = \left(\frac{G}{kv} \right)^2 \cdot 100 = \left(\frac{5,6}{31,5} \right)^2 \cdot 100 = 3,16 \text{ kPa}$$

e). Dobór zabezpieczenia kotła przed przegrzaniem wody

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

f). Dobór urządzeń do oczyszczania wody z zawiesin mechanicznych

Dla wstępnego oczyszczania wody kotłowej z zawiesin zaprojektowano magnetoodmulacz firmy SPAW – TEST typu OISm 200/50 o średnicy przyłączy $D_n = 50 \text{ mm}$ i współczynniku $Kv = 67 \text{ m}^3/\text{h}$. Spadek ciśnienia na magnetoodmulaczu będzie wynosił:

$$\Delta p = \left(\frac{G}{kv} \right)^2 \cdot 100 = \left(\frac{5,6}{67} \right)^2 \cdot 100 = 0,70 \text{ kPa}$$

Natomiast dla dokładnego oczyszczania wody kotłowej zaprojektowano filtr o liczbie oczek $600/\text{cm}^2$ firmy Polna typu FS-1 o $\text{dn} = 50 \text{ mm}$ i $k_v = 50 \text{ m}^3/\text{h}$. Spadek ciśnienia na filtrze będzie wynosił:

$$\Delta p = \left(\frac{G}{k_v} \right)^2 \cdot 100 = \left(\frac{5,6}{50} \right)^2 \cdot 100 = 1,25 \text{ kPa}$$

2.5. Dobór sprzęgła hydraulicznego

Dla zapewnienia szybkiego nagrzewania się kotła i skrócenia obiegu wody kotłowej zaprojektowano (przy $G_k = 5,6 \text{ m}^3/\text{h}$) sprzęgło hydrauliczne (z funkcją zwrotnicy hydraulicznej) firmy MEIBES typu Wartownik MH50, na którym opory hydrauliczne będą wynosiły (wg nomogramu) $\Delta p = 0,01 \text{ bara} = 1,0 \text{ kPa}$.

2.6. Dobór trójdrogowego zaworu mieszającego dla regulacji „pogodowej” instalacji c.o.

W celu umożliwienia „pogodowej” automatycznej regulacji parametrów pracy instalacji c.o. zaprojektowano trójdrogowy zawór mieszający firmy ESBE typu VRG 131 o średnicy $\text{Dn} 40 \text{ mm}$ i $k_{vs} = 25 \text{ m}^3/\text{h}$. Na zaworze należy zamontować siłownik elektryczny firmy ESBE typu ARA 651 (90° , 60 s, 230 V/50 Hz). Rzeczywisty spadek ciśnienia na zaworze będzie wynosił:

$$\Delta p = \left(\frac{G}{k_v} \right)^2 \cdot 100 = \left(\frac{5,6}{25} \right)^2 \cdot 100 = 5,0 \text{ kPa}$$

2.7. Dobór pomp obiegowych

a). Dobór pompy dla obiegu kotłowego

- wymagana wydajność pompy obiegowej:

$$G_p = 1,1 \cdot G_{co} = 1,1 \cdot \frac{Q_{co} \cdot 3600}{(t_z - t_p) \cdot c_p} = 1,1 \cdot \frac{118,2 \cdot 3600}{(80 - 60) \cdot 4,19} = 5586 \text{ kg/h}$$

gdzie:

$Q_{co} = 118,2 \text{ kW}$ – obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną dla danej instalacji;

$t_z = 80^\circ\text{C}$ – obliczeniowa temperatura wody zasilającej instalację;

$t_p = 60^\circ\text{C}$ – obliczeniowa temperatura wody powracającej z instalacji;

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

- wymagana wysokość podnoszenia pompy obiegowej:

$$H_p = 1,1 \cdot \Delta p_K = 1,1 \cdot 10,06 = 11,1 \text{ kPa}$$

gdzie:

$\Delta p_K = 10,06 \text{ kPa}$ – suma oporów hydraulicznych obiegu kotłowego, w tym:

- opory kotła: $3,40 \text{ kPa}$;
- opory zaworu TSV8: $3,16 \text{ kPa}$;

- opory sprzęgła hydraulicznego: 1,00 kPa;
- opory przewodów i armatury: 2,50 kPa;

Zaprojektowano jedną pompę firmy GRUNDFOS typu UPS 32 – 55 o parametrach pracy (na III biegu): $G_p = 5,6 \text{ m}^3/\text{h}$, $H_p = 1,5 \text{ m H}_2\text{O}$, $P = 105 \text{ W}$, $I = 0,46 \text{ A}$, $U = 1 \times 230 \text{ V} / 50 \text{ Hz}$.

b). Dobór pompy dla obiegu podgrzewacza c.w.u.

- wymagana wydajność pompy obiegowej:

$$G_p = 1,1 \cdot G_{cwu} = 1,1 \cdot \frac{Q_{cwu} * 3600}{(t_z - t_p) * c_p} = 1,1 \cdot \frac{20 * 3600}{(80 - 60) * 4,19} = 945 \text{ kg/h}$$

gdzie:

$Q_{cwu} = 29,2 \text{ kW}$ – nominalna moc cieplna podgrzewacza c.w.u.;

$t_z = 80 \text{ }^\circ\text{C}$ – obliczeniowa temperatura wody zasilającej instalację;

$t_p = 60 \text{ }^\circ\text{C}$ – obliczeniowa temperatura wody powracającej z instalacji;

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

- wymagana wysokość podnoszenia pompy obiegowej:

$$H_p = 1,1 * \Delta p_p = 1,1 * 5,0 = 5,5 \text{ kPa}$$

gdzie:

$\Delta p_p = 5,0 \text{ kPa}$ – suma oporów hydraulicznych obiegu podgrzewacza c.w.u., w tym:

- opory wężownicy podgrzewacza: 1,50 kPa;
- opory sprzęgła hydraulicznego: 1,00 kPa;
- opory przewodów: 2,50 kPa;

Zaprojektowano jedną pompę firmy GRUNDFOS typu Alpha2 25 - 40 o parametrach pracy (na I biegu): $G_p = 1,0 \text{ m}^3/\text{h}$, $H_p = 0,8 \text{ m H}_2\text{O}$, $P = 22 \text{ W}$, $I = 0,19 \text{ A}$, $U = 1 \times 230 \text{ V} / 50 \text{ Hz}$.

c). Dobór pompy obiegowej dla zmodernizowanej instalacji c.o.

- wymagana wydajność pompy obiegowej:

$$G_p = 1,1 \cdot G_{co} = 1,1 \cdot \frac{Q_{co} * 3600}{(t_z - t_p) * c_p} = 1,1 \cdot \frac{118,2 * 3600}{(80 - 60) * 4,19} = 5586 \text{ kg/h}$$

gdzie:

$Q_{co} = 118,2 \text{ kW}$ – obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną dla instalacji c.o.;

$t_z = 80 \text{ }^\circ\text{C}$ – obliczeniowa temperatura wody zasilającej instalację;

$t_p = 60 \text{ }^\circ\text{C}$ – obliczeniowa temperatura wody powracającej z instalacji;

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

- wymagana wysokość podnoszenia pompy obiegowej:

$$H_p = 1,1 * (\Delta p_i + \Delta p_k) = 1,1 * (34,8 + 7,95) = 47,0 \text{ kPa}$$

gdzie:

$\Delta p_i = 34,8 \text{ kPa}$ – wymagane ciśnienie dyspozycyjne dla danej instalacji c.o.;

$\Delta p_k = 7,95 \text{ kPa}$ – suma oporów hydraulicznych obiegu wody w kotłowni, w tym:

- opory sprzęgła hydraulicznego: 1,00 kPa;
- opory mieszacza: 5,00 kPa;
- opory magnetoodmulacza: 0,70 kPa
- opory filtra: 1,25 kPa;

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

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

d). Dobór pompy cyrkulacyjnej c.w.u.

Dla wymuszenia krążenia wody w instalacji cyrkulacyjnej c.w.u. zaprojektowano jedną pompę firmy GRUNDFOS typu Comfort UP 15 – 14BX PM o parametrach pracy: $G_p = 0,05 - 0,5 \text{ m}^3/\text{h}$, $H_p = 0,1 - 1,2 \text{ m H}_2\text{O}$, $P = 25 \text{ W}$, $I = 0,11 \text{ A}$, $U = 1 \times 230 \text{ V} / 50 \text{ Hz}$. Praca pompy będzie sterowana czujnikiem temperatury.

2.8. Dobór komina

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

Sprawdzenie wymiarów komina

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

$$V_{su} = V_{su}^t + (\lambda - 1) * L_v = 5 + (1,3 - 1) * 4,36 = 6,31 \text{ um}^3/\text{kg}$$

gdzie:

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

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

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

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

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

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

- objętość strumienia spalin w warunkach rzeczywistych:

$$V_{su} = B * V_{su} = \frac{Q}{Q_i * \eta} * V_{su} = \frac{101634}{3819 * 0,902} * 6,31 = 186,2 \text{ um}^3/\text{h}$$

gdzie:

Q = 118,2 kW = 101634 kcal/h – maksymalne zapotrzebowanie na moc cieplną

$\eta = 0,902$ – nominalna sprawność kotła

$t_s = 158^\circ\text{C}$ – maksymalna temperatura spalin

$$V_{sr} = V_{su} * \frac{273 + t_s}{273} = 186,2 * \frac{273 + 158}{273} = 312,9 \text{ m}^3/\text{h}$$

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

$$w_{sp} = \frac{V_{sr}}{F_k * 3600} = \frac{312,9}{0,0491 * 3600} = 1,77 \text{ m/s}$$

- opory przepływu spalin przez komin i czopuch:

$$\Delta p = R * L + \Sigma \zeta \frac{w_{sp}^2 * \rho_{sp}}{2} = 0,20 * 14 + 0,9 \frac{1,77^2 * 0,84}{2} = 3,98 \text{ Pa}$$

gdzie:

R = 0,20 Pa/m – jednostkowe opory przepływu spalin

L = 12 + 2 = 14 m – długość komina i czopucha

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

$\Sigma \zeta = 0,9$ - suma oporów miejscowych czopucha i komina, w tym:

- wlot do komina 45° $\zeta = 0,6$;
- kolano czopucha 45° $\zeta = 0,3$;
- wylot ustnikowy $\zeta = 0,0$;

- wymagany ciąg grawitacyjny komina:

$$\Delta p + x = 3,98 + 30 = 33,98 \text{ Pa}$$

gdzie:

x = 0,3 mbara = 30 Pa – wymagany, przez producenta, ciąg kominowy

- ciąg grawitacyjny komina:

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

gdzie:

h = 12 m – czynna wysokość komina

g = 9,81 m/s² – przyspieszenie ziemskie

$\rho_p = 1,2 \text{ kg/m}^3$ – gęstość powietrza zewnętrznego

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

$$\underline{\Delta H = 47,1 \text{ Pa} > \Delta p + x = 33,98 \text{ Pa}}$$

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

2.9. Wentylacja pomieszczenia kotłowni

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

$$\text{Nawiew: } F_n = 0,5 \times F_k = 0,5 \times 0,0491 = 0,0246 \text{ m}^2$$

$$\text{Wywiew: } F_w = 0,25 \times F_k = 0,25 \times 0,0491 = 0,0123 \text{ m}^2$$

Dla doprowadzenia powietrza zewnętrznego należy wykonać kanał „zetowy” z blachy ocynkowanej o wymiarach $200 \times 200 \text{ mm}$ ($F_n = 0,04 \text{ m}^2$). Wlot kanału powinien być usytuowany 2 m nad terenem, a wylot kanału należy usytuować $0,5 \text{ m}$ nad podłogą. Wlot i wylot powietrza należy zabezpieczyć kratkami wentylacyjnymi firmy ALNOR typu SHR $200 \times 200 \text{ mm}$.

Natomiast do usuwania powietrza z kotłowni oraz podręcznego magazynu paliwa należy zastosować kanały wywiewne o wymiarach $140 \times 140 \text{ mm}$ ($F_w = 0,0196 \text{ m}^2$). Kanały należy zamontować $0,3 \text{ m}$ pod stropem pomieszczeń. Wloty i wyloty kanałów należy zabezpieczyć kratkami wentylacyjnymi o wymiarach $140 \times 140 \text{ mm}$.

WYKAZ ELEMENTÓW KOTŁOWNI

Lp.	Wyszczególnienie	Ilość [szt.]	Typ	Producent
1	Kocioł stalowy o mocy Q = 150 kW	1 kpl.	MXB 150	Kostrzewa
2	Palnik na pelety o mocy 150 kW	1	Platinum Bio	Kostrzewa
3	Szafa sterownicza	1	Platinum Bio 2	Kostrzewa
4	Czujnik temperatury zewnętrznej	1	CTZ-01	Kostrzewa
5	Czujnik temperatury instalacji c.o.	2	CT2	Kostrzewa
6	Zbiornik na pelety z podajnikiem	1 kpl.	1368 I	Kostrzewa
7	Podgrzewacz c.w.u. V = 300 l	1	Vitocell 100-B	Viessmann
8	Sprzęgło hydrauliczne (wartownik)	1 kpl.	MH 50	Meibes
9	Naczynie przeponowe zamknięte	1	NG 50	Reflex
10	Magnetoodmulacz, Dn = 50 mm	1	OISm 200/50	Spaw-Test
11	Filtr kołnierzowy ϕ 50, 600 oczek/cm ²	1	FS-1	POLNA
12	Zawór bezpieczeństwa dla kotła, dn = 25 mm i do = 20 mm, nastawa 2 bary	1	1915	SYR
13	Zawór bezpieczeństwa dla c.w.u., dn = 15 mm i do = 12 mm, nastawa 5 barów	1	2115	SYR
14	Zawór mieszający, trójdrogowy Dn = 40 mm z siłownikiem elektrycznym	1 kpl.	VRG 131 + ARA 651	ESBE
15	Zawór termostatyczny, trójdrogowy mieszający, Dn 50 mm	1	TSV8 45°	Regulus
16	Zewnętrzna węzownica schładzająca o mocy chłodzącej 35 – 90 kW	2 kpl.	WZS KW 90x90 KPL	Zen - Pol
17	Pompa obiegu kotłowego Gp = 5,6 m ³ /h, Hp = 1,5 m H ₂ O, P = 105 W, I = 0,46 A, U = 1 x 230 V/50 Hz	1	UPS 32 – 55	Grundfos
18	Pompa obiegu grzewczego c.w.u. Gp = 1,0 m ³ /h, Hp = 0,8 m H ₂ O, P = 22 W, I = 0,19 A, U = 1 x 230 V/50 Hz	1	Alpha2 25 - 40	Grundfos
19	Pompa dla modernizowanej instalacji c.o. Gp = 5,6 m ³ /h, Hp = 4,8 m H ₂ O, P = 17 - 265 W, I = 0,19 – 1,20 A, U = 1 x 230 V/50 Hz	1	Magna3 40 – 80F	Grundfos
20	Pompa cyrkulacyjna c.w.u. Gp = 0,5 m ³ /h, Hp = 1,2 m H ₂ O, P = 25 W, I = 0,11 A, U = 1 x 230 V/50 Hz	1	UP 15 – 14BX PM	Grundfos
21	Czujnik temperatury c.w.u.	1	CT2	Kostrzewa
22	Separator powietrza Dn 50	3	Spirovent AA200	Spirotech
23	Reduktor ciśnienia, Dn 20 mm, nastawa 2 bary	1	315	SYR

24	Zawór kulowy gwintowany ϕ 65	4		
25	Zawór zwrotny gwintowany ϕ 65	1		
26	Zawór kulowy gwintowany ϕ 50	6		
27	Zawór zwrotny gwintowany ϕ 50	1		
28	Zawór kulowy gwintowany ϕ 32	4		
29	Zawór kulowy gwintowany ϕ 25	6		
30	Zawór zwrotny gwintowany ϕ 25	1		
31	Zawór kulowy gwintowany ϕ 20	8		
32	Zawór zwrotny gwintowany ϕ 20	2		
33	Zawór kulowy gwintowany ϕ 15	1		
35	Kanał „Zetowy”, nawiewny z blachy stalowej, ocynkowanej, L = 4,8 m	1 kpl.	200 x 200	
36	Kratki wentylacyjne 200 x 200 mm	2		
37	Kanał wywiewny L = 0,7 m	2	140 x 140	
38	Kratki wentylacyjne 140 x 140 mm	4		
T	Termometr 0 – 100 °C	7		
M	Manometr 0 – 0,6 MPa	13		

ELEMENTY KOMINA i CZOPUCHA TYPU MKD PREMIUM ϕ 250

(numery elementów według rysunku 3a)

Lp.	Wyszczególnienie elementów	Typ	Ilość [szt.]
1	Redukcja ϕ 250 / ϕ 225	RD MKD / MKS	1
2	Obejma spinająca szeroka	KBTS	17
3	Kolano	BGT 45°	1
4	Rura o długości 1000 mm	RT L1000	1
5	Płyta kotwowa podstawowa	KFT	1
6	Wyczystka	POT	1
7	Trójnik	AFTS 45°	1
8	Rura o długości 1000 mm	RT L1000	11
9	Obejma konstrukcyjna przestawna	WHT 2	5
10	Zakończenie ustnikowe	MAT	1