

Spis treści

1	Dane ogólne.....	3
1.1	Przedmiot opracowania.....	3
1.2	Zakres opracowania.....	3
1.3	Podstawa opracowania.....	3
2	Opis techniczny kotłowni na zrębkę drewnianą o mocy 101kW	3
2.1	Stan istniejący.....	3
2.2	Opis ogólny wykonania kotłowni gazowej.....	3
2.3	Automatyka sterująca.....	4
2.4	Pomieszczenie kotłowni	4
2.5	Doświetlenie naturalne pomieszczenia kotłowni.....	4
2.6	Bilans ciepła.....	5
2.7	Technologia kotłowni.....	5
2.8	Dobór rozdzielacza głównego	6
2.9	Zabezpieczenie instalacji	6
2.10	Dobór buforu ciepła.....	6
2.11	Urządzenia i armatura	6
2.11.1	Dobór pompy instalacji c.o. grzejnikowego obiegu nr 1	6
2.11.2	Dobór zaworu trójdrożnego mieszającego zładu c.o. grzejnikowego obiegu nr 1 7	
2.11.3	Dobór pompy instalacji c.o. grzejnikowego obiegu nr 2	8
2.11.4	Dobór zaworu trójdrożnego mieszającego zładu c.o. grzejnikowego obiegu nr 2 9	
2.11.5	Dobór pompy instalacji c.o. grzejnikowego obiegu nr 3	9
2.11.6	Dobór zaworu trójdrożnego mieszającego zładu c.o. grzejnikowego obiegu nr 3 10	
2.12	Uzupełnienie i uzdatnienie wody kotłowej.....	11
2.12.1	Filtr oczyszczania wstępnego.....	11
2.12.2	Zmiękcacz	11
2.12.3	Korekta chemiczna.....	12
2.12.4	Uzupełnienie czynnika grzewczego.....	12
2.13	Dobór armatury zabezpieczającej	12
2.13.1	Zabezpieczenie stanu wody	12
2.13.2	Zabezpieczenie przed wzrostem temperatury	12
2.13.3	Dobór naczynia przeponowego wzbiorniczego	12
2.13.4	Dobór zaworu bezpieczeństwa zabezpieczenia kotła.....	14
2.14	Obliczenia wentylacji nawiewno-wywiewnej w kotłowni	15

2.14.1	Nawiew	15
2.14.2	Wywiew	16
2.15	Odprowadzeni spalin	16
3	Doprowadzenie paliwa	16
3.1	Układ podawania paliwa z magazynu do zasobnika pośredniego paliwa.....	16
3.2	Układ zabezpieczenia przed cofnięciem płomienia do pomieszczenia magazynu z zasobnika pośredniego	17
3.3	Podajnik stokera do palnika z rusztem schodkowym	17
4	Wytyczne branżowe	17
4.1	Branża sanitarna	17
4.2	Branża budowlana	17
4.3	Branża elektryczna.....	18
5	Uwagi końcowe	18
6	Rysunki:	18

1 Dane ogólne

1.1 Przedmiot opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt wykonawczy kotłowni na paliwo stałe, zrębkę drewnianą, o mocy nominalnej 101kW w teńrmomodernizowanym budynku Szkoły Podstawowej w Szerszeniach gmina Siemiatycze.

1.2 Zakres opracowania

Projekt swoim zakresem obejmuje:

- Projekt wykonawczy kotłowni na paliwo stałe o mocy 100kW,

1.3 Podstawa opracowania

- uzgodnienia międzybranżowe,
- podkłady budowlane,
- wytyczne technologiczne,
- projekty archiwalne obiektu,
- umowa Pracowni Projektowej PIO-SAN z Zleceniodawcą Urzędem Gminy w Siemiatyczach,
- audyt energetyczny budynku Urzędu Gminy w Siemiatyczach wykonany przez firmę "ELEKOL" Franciszek Radomyski ,
- obowiązujące normy i przepisy.

2 Opis techniczny kotłowni na zrębkę drewnianą o mocy 101kW

2.1 Stan istniejący

W obecnej chwili zapotrzebowanie na ciepło budynku Szkoły Podstawowej w Szerszeniach jest pokrywane z istniejącego kotła olejowego typ [REDAKTOWANO] o mocy nominalnej 115kW. Kocioł wyposażony jest w palnik olejowy typ KP-24H firmy [REDAKTOWANO]. Istniejąca kotłownia pracuje w układzie zamkniętym i wytwarza czynnik grzewczy o temperaturze 90/70°C. Kotłownia zabezpieczona jest za pomocą zaworu bezpieczeństwa membranowy DN25 3,0bar i przeponowego naczynia wzbiorczego pojemności 140l 3,0bar firmy [REDAKTOWANO]. Istniejący kocioł wytwarza czynnik grzewczy na potrzeby dwóch obiegów c.o.. Rozdział czynnika grzewczego na obiegi odbywa się poprzez dwa rozdzielacze z rur stalowych DN100 mm i długości 1,2m. Obieg czynnika grzewczego w poszczególnych instalacjach wymuszany jest przez indywidualne układy pompowo-mieszające.

Paliwo na potrzeby kotłowni jest przechowywane w czterech zbiornikach o pojemności 1000l każdy. Zbiorniki te znajdują się w sąsiednim pomieszczeniu. W pomieszczeniu wykonana jest wanna szczelna do wysokości ok 0,6m nad powierzchnię podłogi.

2.2 Opis ogólny wykonania kotłowni gazowej

Źródłem ciepła dla budynku Szkoły Podstawowej w Szerszeniach będzie kotłownia na paliwo stałe, zrębkę drewnianą. Kotłownia będzie wyposażona w jeden kocioł o mocy 100kW. Projektowana kotłownia będzie zlokalizowana w pomieszczeniu istniejącej kotłowni. Natomiast w pomieszczeniu zbiorników oleju, po jego zaadaptowaniu zostanie wykonany główny zasobnik paliwa.

Projektowana kotłownia będzie pracować w układzie zamkniętym i będzie wytwarzać czynnik grzewczy o parametrze **80/60°C**. W celu zabezpieczenia projektowanego układu grzewczego, kotłownia będzie wyposażona w membranowy zawór bezpieczeństwa oraz przeponowe naczynie wzbiorcze. Projektowana kotłownia będzie wytwarzać czynnik grzewczy na potrzebę trzech obiegów grzewczych instalacji c.o..

Parametry techniczne pojedynczego kotła :

Nr	Dane kotła			
1	Moc		100	kW
2	Wymiary	szerokość	1636	mm
3		głębokość	1178	mm
4		wysokość	1690	mm
5	Ciężar własny		1032	kg
6	Pojemność wodna kotła		179	dm ³
7	Dopuszczalne ciśnienie robocze		3,0	bar
8	Sprawność kotła przy temp. 80/60°C		94,3	%
9	Średnica rury spalinowej		180	mm

2.3 Automatyka sterująca

Projektowana kotłownia będzie wyposażona w układ automatyki sterującej. Projektowany sterownik będzie nadzorować kotłowni gazowej oraz następujących urządzeń:

Regulator kaskadowy :

- Czujnik temperatury zewnętrznej,
- Pracą kotłów,
- Pracą podajników paliwa,
- Zabezpieczeniem stanu wody,
- Czujnikiem temperatury w buforze ciepła
- Czujnikami temperatury na trzech instalacjach c.o. grzejnikowego,
- Pompami obiegowymi zamontowanymi na trzech instalacjach c.o. grzejnikowego,
- Zaworami trójdrożnymi zamontowanymi na trzech instalacjach c.o. grzejnikowego,

2.4 Pomieszczenie kotłowni

Projektowana kotłownia będzie zlokalizowana w pomieszczeniu istniejącej kotłowni. Ściany pomieszczenia kotłowni powinny posiadać odporność ogniową klasy EI60. Drzwi do kotłowni, które otwierane są do wewnątrz budynku powinny posiadać odporność ogniową EI30. Strop pomieszczenia kotłowni powinien być gładki i gazoszczelny.

- powierzchnia podłogi w kotłowni – **17,5 m²**,
- wysokość kotłowni – **2,8 m**,
- kubatura pomieszczenia kotłowni – **49,0 m³**,
- możliwa do zainstalowania moc max. w kotłowni – **227,85kW**,
- wymagana kubatura kotłowni dla zastosowanego kotła – **21,5 m³**

2.5 Doświetlenie naturalne pomieszczenia kotłowni

- powierzchnia całkowita podłogi w kotłowni – $F_k = 17,5m^2$,
- powierzchnia całkowita podłogi w kotłowni – $F_u = 10,5m^2$,

- minimalna powierzchnia okna w świetle – $F_o = 0,69m^2$.

Wymagane:

Powierzchnia okna w świetle powinna wynosić - $F_o = \frac{1}{15} \cdot F_u [m^2]$

2.6 Bilans ciepła

Nr	Rodzaj odbiornika	Moc
		[kW]
1	Zład c.o. grzejnikowego obiegu 1	31,3
2	Zład c.o. grzejnikowego obiegu 2	21,3
3	Zład c.o. grzejnikowego obiegu 3	33,5
SUMA:		86,1

Źródłem ciepła dla budynku Szkoły Podstawowej w Szerszeniach będzie kotłownia na paliwo stałe, zrębkę drewnianą. Kotłownia będzie wyposażona w jeden kocioł o mocy 100kW. Projektowana kotłownia będzie zlokalizowana w pomieszczeniu istniejącej kotłowni.

2.7 Technologia kotłowni

Źródłem ciepła dla budynku Szkoły Podstawowej w Szerszeniach będzie kotłownia na paliwo stałe, zrębkę drewnianą. Kotłownia będzie wyposażona w jeden kocioł o mocy 101kW. Projektowana kotłownia będzie zlokalizowana w pomieszczeniu istniejącej kotłowni. Natomiast w pomieszczeniu zbiorników oleju, po jego zaadaptowaniu zostanie wykonany główny zasobnik paliwa.

Projektowana kotłownia będzie pracować w układzie zamkniętym i będzie wytwarzać czynnik grzewczy o parametrze **80/60°C**.

Paliwem zasilającym kotłownię będzie zrębka drewniana. Będzie ona dostarczana do szkoły ciężarówką. Częstotliwość dostaw należy określić w trakcie eksploatacji kotłowni, na podstawie rzeczywistych zużyć paliwa. Dodatkowo Zaleca się w przyszłości wykonać kontener lub budynek w którym można by przechowywać zapas paliwa, tak by nie straciło ono swoich właściwości. Paliwo dostarczane do kotłowni powinno spełniać założenia normy PN-EN 14961-4 M40 P30A klasa A1, A2.

Paliwo będzie zsypywane na przygotowaną płytę, a następnie podajnikiem ślimakowym dostarczane do pomieszczenia stanowiącego główny zasobnik paliwa. W pomieszczeniu tym będzie zamontowany nagarniacz piórowy, zbierający paliwo i podający go do kolejnego podajnika ślimakowego. W celu zapewnienia poprawności działania zgarniacza, należy dostosować posadzkę w pomieszczeniu zasobnikowym. Należy wykonać podłogę np. z płyt OSB, ułożoną pod kątem 15°. Nową podłogę należy wesprzeć na konstrukcji, np. z profili drewnianych o przekroju 80x80mm. Konstrukcja wsporcza powinna zapewnić wytrzymałość podłogi na obciążenie min. 1000kg na 1m². Dokładne wytyczne odnośnie posadzki w zasobniku paliwa powinien dostarczyć producent technologii kotłowni.

Z zasobnika głównego, paliwo podajnikiem ślimakowym będzie dostarczane do zasobnika drugiego stopnia zlokalizowanego przy kotle, a z stamtąd do paleniska.

Projektowany kocioł na paliwo stałe, zrębkę drewnianą, o mocy 101kW będzie wytwarzał czynnik grzewczy na potrzeby budynku Szkoły. Za kotłem będzie zamontowany bufor ciepła o pojemności 2000dm³. Będzie on spełniał podwójną rolę, buforu ciepła oraz sprzęgła hydraulicznego. Projektowany kocioł będzie utrzymywał odpowiednią temperaturę w buforze

ciepłą. Za buforem ciepła będą zamontowane dwa rozdzielacze z rur stalowych DN100, zasilanie i powrót. Z nich będą zasilane wewnętrzne instalacje c.o..

Obieg czynnika grzewczego w projektowanych instalacjach c.o. będzie wymuszony przez indywidualne pompy elektroniczne, z płynną regulacją. Dodatkowo każda z instalacji c.o. będzie wyposażona zawór trójdrożny mieszający z siłownikiem. Dzięki temu układ sterujący kotłowni będzie mógł regulować temperaturę czynnika grzewczego, płynącą na instalację c.o., względem odczytów czujnika temperatury zewnętrznej.

2.8 Dobór rozdzielacza głównego

Dobrano rozdzielacz z rur stalowych bez szwu wg PN-H/74219, DN = 100mm (114,3x4,0mm) i długości L = 1,2m.

- prędkość w rozdzielaczu – $v = 0,12 \text{ m/s}$ ($0,12 < 0,25$),
- pojemność jednego rozdzielacza – $10,6 \text{ dm}^3$,
- pojemność obu rozdzielaczy – $21,2 \text{ dm}^3$,
- strata ciśnienia na jednym rozdzielaczu – $2,3 \text{ kPa}$
- strata ciśnienia na obu rozdzielaczach – $4,6 \text{ kPa}$

2.9 Zabezpieczenie instalacji

Projektuje się zabezpieczenie systemu zamkniętego z naczyniem wzbiórczym-przeponowym wg normy PN-91/B-02414:

- Zabezpieczenie stanu wody typ 932.1 firmy [REDACTED]
- przeponowe naczynie wzbiórcze typ N250 poj. 250 dm^3 2,5 bar firmy [REDACTED]
- zawór bezpieczeństwa membranowy dla zabezpieczenia kotła DN1" 2,5 bar

2.10 Dobór buforu ciepła

Do obliczenia buforu ciepła przyjmuje się że na 1kW energii grzewczej zainstalowanej należy zapewnić 20l pojemności buforu ciepła.

$$V_B = Q_{PC} \cdot 320 \text{ l/kW} [l]$$

Gdzie:

- V_B – pojemność projektowanego buforu ciepła,
- Q_{PC} – znamionowa moc cieplna pompy ciepła – przyjęto $Q_{PC} = 100 \text{ kW}$

$$V_B = 101 \text{ kW} \cdot 20 \text{ l/kW} = 2020 [l]$$

Dobrano został bufor ciepła o pojemności 2000l. Dobrane urządzenie posiada wymiary D = 1100mm i wysokości H=2380mm. Ciśnienie dopuszczalne zastosowanego urządzenia wynosi 3,0bar, a temperatura max. 95°C. Średnica króćców przyłączeniowych wynoszą DN50. Średnice króćców do montażu czujników temperatury wynoszą DN1/2".

2.11 Urządzenia i armatura

2.11.1 Dobór pompy instalacji c.o. grzejnikowego obieg nr 1

$$Q = 31,3 \text{ kW} = 31300 \text{ W}$$

$$\Delta t = 20^\circ \text{C}$$

$$q = \frac{0,86 \cdot Q}{\Delta t} [\text{m}^3/\text{h}]$$

$$q = \frac{0,86 \cdot 31300}{20} = 1345,9 \left[\frac{dm^3}{h} \right] = 1,34 \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

Wysokość podnoszenia pomp:

Nr	Rodzaj strat ciśnienia	Δh
		[kPa]
1	Straty buforze ciepła	22,0
2	Straty na instalacji wewnętrznej w kotłowni	5,6
3	Straty na rozdzielaczach	4,6
4	Straty na zaworze trójdrożnym	1,8
5	Straty na instalacji grzewczej	24,5
4	SUMA:	58,5

Dobrano pompę pojedynczą o wysokiej wydajności, regulowanej elektronicznej i klasie sprawności energetycznej A. Jest to pompa bezdławicowa do montażu w rurociągu. Pompa posiada wbudowany elektroniczny regulator mocy do stałej/zmiennej różnicy ciśnień. Silnik synchroniczny zgodny z technologią ECM o najwyższym stopniu sprawności i wysokim momencie rozruchowym, z automatyczną funkcją zabezpieczenia przed zablokowaniem i wbudowanym pełnym zabezpieczeniem silnika. Pompa wyposażona jest w jednoprzeciskowy moduł obsługowy do sterowania funkcjami urządzenia. Korpus pompy z żeliwa szarego z powłoką katalforetyczną, wirnikiem z tworzywa sztucznego wzmocnionego włóknomi szklanymi, wałem ze stali nierdzewnej z węglowymi łożyskami ślizgowymi impregnowanymi metalem. Wymagany punkt pracy pompy - przepływ $q = 1,6 \frac{m^3}{h}$ i wysokość podnoszenia $h = 7,0 mH_2O$. Dane urządzenia:

- typ pompy – pompa pojedyncza,
- ciśnienie znamionowe – PN16,
- minimalna temperatura płynu - $-10^\circ C$,
- maksymalna temperatura płynu - $110^\circ C$,
- przyłącze średnica / rodzaj – DN32 / gwint,
- maksymalna wysokość podnoszenia – 8 mH_2O ,
- napięcie znamionowe – 1 ~ 230V 50Hz,
- pobór mocy – 0,13kW,
- masa – 4,5 kg,

2.11.2 Dobór zaworu trójdrożnego mieszającego zładu c.o. grzejnikowego obiegu nr 1

$$q = 1,34 \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

Dobrano zawór trójdrożny mieszający gwintowany typ DN25 $K_{VS} = 10 m^3/h$.

Straty na zaworze trójdrogowym:

$$\Delta p_z = \left(\frac{q}{K_{VS}} \right)^2 \cdot 100 [kPa]$$

$$\Delta p_z = \left(\frac{1,34}{10} \right)^2 \cdot 100 = 1,8 [kPa]$$

Zaprojektowano zawór trójdrogowy mieszający DN25 i $K_{VS}=110$, z gwintem zewnętrznym cylindrycznym, uszczelnienie płaskie klasy B, trzpień zaworu ze stali szlachetnej,

grzybek zaworu z mosiądzu wzmocnionego teflonowym pierścieniem. Dławnica z mosiądzu z O-ringiem EPDM, korpus z mosiądzu cc 754 S.

Dla regulacji za pomocą zaworów trójdrożnych zaprojektowano napędy nastawcze.

Parametry napędów nastawczych:

- sterowanie : 3 punktowe
- napięcie : 230 V
- czas otwarcia zaworu : 120 s
- skok : 8 mm
- siła nacisku : 500 N
- maksymalna temp. pracy : 100°C na zaworze
- obudowa z niepalnego tworzywa
- silnik synchroniczny z sprzęgłem magnetycznym

Napędy nastawcze należy połączyć z elektronicznymi regulatorami ogrzewania. Regulacja z uwzględnieniem temperatury zewnętrznej. Dodatkowo do regulatorów należy podłączyć przylgowy czujnik temperatury oraz czujnik temperatury zewnętrznej.

2.11.3 Dobór pompy instalacji c.o. grzejnikowego obiegu nr 2

$$Q = 21,3\text{kW} = 21300\text{W}$$

$$\Delta t = 20^\circ\text{C}$$

$$q = \frac{0,86 \cdot Q}{\Delta t} \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right]$$

$$q = \frac{0,86 \cdot 21300}{20} = 915,9 \left[\frac{\text{dm}^3}{\text{h}} \right] = 0,92 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right]$$

Wysokość podnoszenia pomp:

Nr	Rodzaj strat ciśnienia	Δh
		[kPa]
1	Straty buforze ciepła	22,0
2	Straty na instalacji wewnętrznej w kotłowni	5,6
3	Straty na rozdzielaczach	4,6
4	Straty na zaworze trójdrożnym	2,13
5	Straty na instalacji grzewczej	31,9
4	SUMA:	66,32

Dobrano pompę pojedynczą o wysokiej wydajności, regulowanej elektronicznej i klasie sprawności energetycznej A. Jest to pompa bezdławicowa do montażu w rurociągu. Pompa posiada wbudowany elektroniczny regulator mocy do stałej/zmiennej różnicy ciśnień. Silnik synchroniczny zgodny z technologią ECM o najwyższym stopniu sprawności i wysokim momencie rozruchowym, z automatyczną funkcją zabezpieczenia przed zablokowaniem i wbudowanym pełnym zabezpieczeniem silnika. Pompa wyposażona jest w jednoprzeciskowy moduł obsługowy do sterowania funkcjami urządzenia. Korpus pompy z żeliwa szarego z powłoką kataforetyczną, wirnikiem z tworzywa sztucznego wzmocnionego włóknem szklanym, wałem ze stali nierdzewnej z węglowymi łożyskami ślizgowymi impregnowanymi metalem. Wymagany punkt pracy pompy - przepływ $q = 1,1 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$ i wysokość podnoszenia $h = 7,9 \text{ mH}_2\text{O}$. Dane urządzenia:

- typ pompy – pompa pojedyncza,

- ciśnienie znamionowe – PN10,
- minimalna temperatura płynu - -10°C ,
- maksymalna temperatura płynu - 110°C ,
- przyłącze średnica / rodzaj – DN25 / gwint,
- maksymalna wysokość podnoszenia – $10 \text{ mH}_2\text{O}$,
- napięcie znamionowe – $1 \sim 230\text{V } 50\text{Hz}$,
- pobór mocy – $0,19\text{kW}$,
- masa – $4,1 \text{ kg}$,

2.11.4 Dobór zaworu trójdrożnego mieszającego zładu c.o. grzejnikowego obiegu nr 2

$$q = 0,92 \left[\text{m}^3/\text{h} \right]$$

Dobrano zawór trójdrożny mieszający gwintowany DN20 $K_{VS} = 6,3 \text{ m}^3/\text{h}$.

Straty na zaworze trójdrogowym:

$$\Delta p_z = \left(\frac{q}{K_{VS}} \right)^2 \cdot 100 [\text{kPa}]$$

$$\Delta p_z = \left(\frac{0,92}{6,3} \right)^2 \cdot 100 = 2,13 [\text{kPa}]$$

Zaprojektowano zawór trójdrogowy mieszający DN20 i $K_{VS}=6,3$, z gwintem zewnętrznym cylindrycznym, uszczelnienie płaskie klasy B, trzpień zaworu ze stali szlachetnej, grzybek zaworu z mosiądzu wzmocnionego teflonowym pierścieniem. Dławnica z mosiądzu z O-ringiem EPDM, korpus z mosiądzu cc 754 S.

Dla regulacji za pomocą zaworów trójdrożnych zaprojektowano napędy nastawcze.

Parametry napędów nastawczych:

- sterowanie : 3 punktowe
- napięcie : 230 V
- czas otwarcia zaworu : 120 s
- skok : 8 mm
- siła nacisku : 500 N
- maksymalna temp. pracy : 100°C na zaworze
- obudowa z niepalnego tworzywa
- silnik synchroniczny z sprzęgłem magnetycznym

Napędy nastawcze należy połączyć z elektronicznymi regulatorami ogrzewania. Regulacja z uwzględnieniem temperatury zewnętrznej. Dodatkowo do regulatorów należy podłączyć przylgowy czujnik temperatury oraz czujnik temperatury zewnętrznej.

2.11.5 Dobór pompy instalacji c.o. grzejnikowego obiegu nr 3

$$Q = 33,5\text{kW} = 33500\text{W}$$

$$\Delta t = 20^{\circ}\text{C}$$

$$q = \frac{0,86 \cdot Q}{\Delta t} \left[\text{m}^3/\text{h} \right]$$

$$q = \frac{0,86 \cdot 33500}{20} = 1440,5 \left[\text{dm}^3/\text{h} \right] = 1,44 \left[\text{m}^3/\text{h} \right]$$

Wysokość podnoszenia pomp:

Nr	Rodzaj strat ciśnienia	Δh
		[kPa]
1	Straty buforze ciepła	22,0
2	Straty na instalacji wewnętrznej w kotłowni	5,6
3	Straty na rozdzielaczach	4,6
4	Straty na zaworze trójdrożnym	2,07
5	Straty na instalacji grzewczej	25,3
4	SUMA:	59,57

Dobrano pompę pojedynczą o wysokiej wydajności, regulowanej elektronicznej i klasie sprawności energetycznej A. Jest to pompa bezdławicowa do montażu w rurociągu. Pompa posiada wbudowany elektroniczny regulator mocy do stałej/zmiennej różnicy ciśnień. Silnik synchroniczny zgodny z technologią ECM o najwyższym stopniu sprawności i wysokim momencie rozruchowym, z automatyczną funkcją zabezpieczenia przed zablokowaniem i wbudowanym pełnym zabezpieczeniem silnika. Pompa wyposażona jest w jednoprzyciskowy moduł obsługowy do sterowania funkcjami urządzenia. Korpus pompy z żeliwa szarego z powłoką kataforetyczną, wirnikiem z tworzywa sztucznego wzmocnionego włóknem szklanym, wałem ze stali nierdzewnej z węglowymi łożyskami ślizgowymi impregnowanymi metalem. Wymagany punkt pracy pompy - przepływ $q = 1,76 \text{ m}^3/\text{h}$ i wysokość podnoszenia $h = 7,1 \text{ mH}_2\text{O}$. Dane urządzenia:

- typ pompy – pompa pojedyncza,
- ciśnienie znamionowe – PN10,
- minimalna temperatura płynu - -10°C ,
- maksymalna temperatura płynu - 110°C ,
- przyłącze średnica / rodzaj – DN30 / gwint,
- maksymalna wysokość podnoszenia – 8 mH₂O,
- napięcie znamionowe – 1 ~ 230V 50Hz,
- pobór mocy – 130 W,
- masa – 4,1 kg,

2.11.6 Dobór zaworu trójdrożnego mieszającego zładu c.o. grzejnikowego obiegu nr 3

$$q = 1,44 \left[\text{m}^3/\text{h} \right]$$

Dobrano zawór trójdrożny mieszający gwintowany DN25 $K_{VS} = 10 \text{ m}^3/\text{h}$.

Straty na zaworze trójdrogowym:

$$\Delta p_z = \left(\frac{q}{K_{VS}} \right)^2 \cdot 100 [\text{kPa}]$$

$$\Delta p_z = \left(\frac{1,44}{10} \right)^2 \cdot 100 = 2,07 [\text{kPa}]$$

Zaprojektowano zawór trójdrogowy mieszający DN25 i $K_{VS}=10$., z gwintem zewnętrznym cylindrycznym, uszczelnienie płaskie klasy B, trzpień zaworu ze stali szlachetnej, grzybek zaworu z mosiądzu wzmocnionego teflonowym pierścieniem. Dławnica z mosiądzu z O-ringiem EPDM, korpus z mosiądzu cc 754 S.

Dla regulacji za pomocą zaworów trójdrożnych zaprojektowano napędy nastawcze.

Parametry napędów nastawczych:

- sterowanie : 3 punktowe
- napięcie : 230 V
- czas otwarcia zaworu : 120 s
- skok : 8 mm
- siła nacisku : 500 N
- maksymalna temp. pracy : 100°C na zaworze
- obudowa z niepalnego tworzywa
- silnik synchroniczny z sprzęgłem magnetycznym

Napędy nastawcze należy połączyć z elektronicznymi regulatorami ogrzewania. Regulacja z uwzględnieniem temperatury zewnętrznej. Dodatkowo do regulatorów należy podłączyć przylgowy czujnik temperatury oraz czujnik temperatury zewnętrznej.

2.12 Uzupełnienie i uzdatnienie wody kotłowej

2.12.1 Filtr oczyszczania wstępnego

W celu wstępnego oczyszczenia wody należy zastosować filtr wody. Jest to filtr mechaniczny z płukaniem, obsługiwany ręcznie do filtracji wody o temperaturze do 30°C. Głowica mosiężna, klosz z przezroczystego tworzywa sztucznego, nagromadzonych zanieczyszczeń, element filtracyjny ze stali szlachetnej. Filtr posiada atest PZH. Dane urządzenia:

średnica przyłącza	1"
stopień filtracji	100 µm
maksymalny przepływ	2,3 m³/h
przewidywana ilość w instalacji	1 sztuka
zakresy robocze temperatury wody	5 – 30 °C
zakresy robocze temperatury otoczenia	5 – 40 °C
ciśnienie nominalne	16 bar
ciśnienie robocze	1,5 – 16 bar
metody odnawiania	stal szlachetna

2.12.2 Zmiękcacz

Po przeprowadzeniu wstępnej filtracji należy zastosować zmiękcacz wody. Jest to urządzenie jednokolumnowe, kompaktowe sterowane objętościowo. Zmiękcacz jest wyposażony w zawór wielodrogowy sterujący, z kontrolą mikroprocesorową, zawór podmieszania do regulacji twardości, kolumnę jonowymienną, kolano przelewowe, wąż wody popłucznej oraz tabletowy tester twardości ogólnej. Dane urządzenia:

Średnica przyłącza	3/4"
Pojemność jonowymienna	1,44 m³x°dH
Przepływ nominalny	1,5 m³/h
Przepływ maksymalny	1,5 m³/h
Zakresy robocze ciśnienia	1,0 – 8,0 barów
Zakresy robocze temperatury wody	5 – 30°C
Zakresy robocze temperatury otoczenia	5 - 40°C

Zużycie soli na regulację

1,5kg

2.12.3 Korekta chemiczna

Końcowym etapem obróbki wody będzie przeprowadzenie korekty chemicznej. W tym celu zostanie zamontowana stacja dozująca. Jest to elektronicznie sterowane urządzenie do dozowania roztworów chemikaliów, produkowanych przez BWT. Włączenie pompy dozującej przez czujnik przypiływu, wyłącznik czasowy lub ręcznie za pomocą wyłączników. Pompa dozująca AT.MT z optycznym sygnalizatorem opróżniania zbiornika oraz ochroną pompy przed pracą na sucho. Zbiornik PE z zamykaną pokrywą i wytłoczoną podziałką w litrach. Stacja dozująca będzie wyposażona wodomierz kontaktowy DN20. Urządzenie posiada atest PZH. Dane urządzenia:

Zakres wydajności dozowania	3 – 8 l/h
Pojemność zbiornika	60 l
Ciśnienie robocze	10 bar
Temperatura wody	5 – 30 °C
Temperatura otoczenia	5 – 40 °C
Stopień ochrony	IP 654
Średnica wodomierza	DN 20
Ilość w instalacji	1 szt.

2.12.4 Uzupełnienie czynnika grzewczego

Za zespołem uzdatniania wody zabudowano zawór napełniania instalacji [ZNI] nr 6628 firmy [REDAKTOR] wyposażony w antyskażeniowy zawór zwrotny klasy BA i reduktor ciśnienia.

2.13 Dobór armatury zabezpieczającej

2.13.1 Zabezpieczenie stanu wody

Projektowane kotły wyposażone są w czujniki ciśnienia czynnika grzewczego.

Dodatkowo projektowany układ grzewczy należy wyposażyć w zabezpieczenia stanu wody typ 933.1 firmy [REDAKTOR]

2.13.2 Zabezpieczenie przed wzrostem temperatury

Projektowany kocioł na paliwo stałe, o mocy 100kW jest wyposażony w system zabezpieczającym przed wzrostem temperatury oraz ciśnienia w kotle. Do kotła doprowadzony jest przewód z zimną wodą. W chwili gdy układ nadzorujący pracę kotła, stwierdzi zbyt szybki wzrost temperatury w kotle, otworzy zawór automatyczny i zrzuca część wody kotłowej, a w jej miejsce napłynie zimna woda.

2.13.3 Dobór naczynia przeponowego wzbiorniczego

Nr	Układy	Pojemność
		[dm ³]
1	Pojemność instalacji c.o. grzejnikowego obiegu nr 1	278,7
2	Pojemność instalacji c.o. grzejnikowego obiegu nr 2	216,7
3	Pojemność instalacji c.o. grzejnikowego obiegu nr 3	270,3
4	Pojemność instalacji bufora ciepła	2000

Szkoła Podstawowa w Szerszeniach Szerszenie 38 17-300 Siemiatycze

5	Pojemność rozdzielaczy	21,2
6	Pojemność instalacji w kotłowni	98,6
7	Pojemność wodna kotłowni modułowej	179,0
8	RAZEM:	3064,5

Dane:

- ciśnienie hydrauliczne w instalacji ogrzewania wodnego - $p_i = 2,5 \text{ bar}$
- ciśnienie wstępne w naczyniu wzbiórczym przeponowym – $p = 1,5 \text{ bar}$
- pojemność instalacji ogrzewania wodnego – $V = 3,06 \text{ m}^3$
- gęstość wody instalacyjnej w temperaturze początkowej $t_p = 10^\circ\text{C}$ – $\rho = 971,8 \text{ kg/m}^3$
- przyrost objętości wody instalacyjnej przy jej ogrzewaniu od temperatury początkowej $t_p = 10^\circ\text{C}$ do obliczeniowej temperatury wody instalacyjnej na zasilaniu $t_z = 60^\circ\text{C}$ - $\Delta v = 0,0287 \text{ dm}^3/\text{kg}$

Obliczenie minimalnej pojemności użytkowej naczynia wzbiórczego przeponowego:

$$V_U = 1,1 \cdot V \cdot \rho \cdot \Delta v [\text{dm}^3]$$

$$V_U = 1,1 \cdot 3,06 \cdot 971,8 \cdot 0,0287 = 93,87 [\text{dm}^3]$$

Obliczenie minimalnej pojemności całkowitej naczynia wzbiórczego przeponowego:

$$V_C = V_U \cdot \frac{p_{\max} + 1,5}{p_{\max} - p} [\text{dm}^3]$$

$$V_C = 93,87 \cdot \frac{2,5 + 1,5}{2,5 - 0,99} = 248,66 [\text{dm}^3]$$

Wartości ciśnienia wstępnego, maksymalnego oraz ciśnienia początkowego:

Wariant podłączenia	p	p_{\max}	p_o
	bar	bar	bar
podłączenie naczynia przed pompą na powrocie	$p \geq p_{st} + 0,2$	$p_{\max} \leq p_o$	$p_o \leq p_{rob}$
podłączenie naczynia za pompą na powrocie	$p \geq p_{st} + H_{po}$	$p_{\max} \leq p_o$	$p_o \leq p_{rob}$
podłączenie naczynia na powrocie a pompa jest na zasilaniu	$p \geq p_{st} + 0,2$	$p_{\max} \leq p_o$	$p_o \leq p_{rob} + H_{po}$

$$p_{st} = \frac{\rho \cdot g \cdot h_n}{1 \cdot 10^5} [\text{bar}]$$

Gdzie:

- p_o – ciśnienie początku otwarcia zaworu bezpieczeństwa,
- p_{rob} – maksymalne dopuszczalne ciśnienie robocze w instalacji ogrzewczej,
- h_n – różnica wysokości między najwyższym punktem instalacji a punktem podłączenia naczynia wzbiorczego (zależne od obiektu) $h_n = 8,3 \text{ m}$,
- g – przyspieszenie ziemskie – $g = 9,78 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$

$$p_{st} = \frac{971,8 \cdot 9,78 \cdot 8,3}{1 \cdot 10^5} = 0,79 [\text{bar}]$$

W celu zabezpieczenia instalacji dobrane zostało przeponowe naczynie wzbiorcze typ N250 o pojemności 250l i ciśnieniu wstępnym 2,5bar. Naczynia te przeznaczone są do stabilizacji ciśnienia i wyrównywania pojemności w zamkniętych układach grzewczych, solarnych i chłodniczych. Zbiornik jest wykonany z stali, pokrytej z zewnętrznej strony powłoką zabezpieczającą przed korozją. Jest to naczynie wzbiorcze wyposażone w elastyczną membranę dzielącą zbiornik na dwie przestrzenie wodną i gazową. Zbiornik jest wyposażony w przyłączy gwintowane DN1". Dane zbiornika:

- maksymalna temperatura pracy – 120°C ,
- minimalna temperatura pracy – -10°C ,
- maksymalne ciśnienie dopuszczalne – 6,0 bar,
- przyłączy – DN 1" gwintowane

Zbiornik należy wyposażyć w złącze samoodcinające średnicy DN1". Zastosowanie takiego urządzenia pozwala na opróżnienie przestrzeni wodnej naczynia i jego demontaż bez potrzeby opróżnienia całego układu wodnego. Ciśnienie dopuszczalne na zaworze wynosi 10bar, a temperatura dopuszczalna wynosi 120°C .

2.13.4 Dobór zaworu bezpieczeństwa zabezpieczenia kotła

Obliczenie najmniejszej przepustowości zaworu bezpieczeństwa.

$$m = 3600 \cdot \frac{N}{r} \left[\frac{\text{kg}}{\text{h}} \right]$$

Gdzie:

- N – największa trwała moc kotła – $N = 101 \text{ kW}$
- r – ciepło właściwe parowania wody przy nadciśnieniu 0,275MPa – $r = 2171,3 \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right]$

$$m = 3600 \cdot \frac{101}{2171,3} = 165,78 \left[\frac{\text{kg}}{\text{h}} \right]$$

Projektowany kocioł należy zabezpieczyć membranowy zawór bezpieczeństwa **DN25 2,5bar**.

- ciśnienie początkowe otwarcia - $p = 0,25 \text{ MPa}$,
- współczynnik wypływu dla cieczy ($b_1 = 10\%$) - $\alpha = 0,41$
- najmniejsza średnica kanału przepływowego - $d = 20$
- powierzchnia kanału przepływowego - $A = 314,0 \text{ mm}^2$

Obliczenie przepustowości wybranego zaworu bezpieczeństwa:

$$m = 10 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot \alpha \cdot A \cdot (p_1 + 0,1) \left[\frac{\text{kg}}{\text{h}} \right]$$

- $K_1 = 0,533$ – wartość wyznaczona z wykresu.

Wyznaczenie K_2 zależnego od wartości stosunku ciśnienia β

$$\beta = \frac{p_2 + 0,1}{p_1 + 0,1} = \frac{0 + 0,1}{0,33 + 0,1} = 0,232$$

$\beta_{kr} = 0,543$ – współczynnik odczytany z tabeli

$$\beta = 0,232 < \beta_{kr} = 0,543$$

$\beta < \beta_{kr}$ – w zawiązku z powyższym $K_1 = 1$

$$m = 10 \cdot 0,533 \cdot 1 \cdot 0,41 \cdot 314 \cdot (0,25 + 0,1) = 240,16 [kg/h]$$

$$m = 240,16 \frac{kg}{h} > 165,78 \frac{kg}{h}$$

Zawór jest wystarczający.

2.14 Obliczenia wentylacji nawiewno-wywiewnej w kotłowni

Instalację wentylacji kotłowni projektuje się jako grawitacyjną, moc grzewcza zainstalowanych kotłów wynosi 101 kW.

Dane wyjściowe:

- moc grzewcza kotłowni – $Q = 101,0kW = 101000W$
- kubatura kotłowni – $V_{kot} = 49m^3$,

2.14.1 Nawiew

Kotłownia powinna mieć kanał nawiewny o przekroju nie mniejszym niż 50% powierzchni przekroju komina, nie mniej jednak niż 20x20 cm. Otwór wylotowy z kanału nawiewnego powinien znajdować się nie wyżej niż 1,0m nad powierzchnią podłogi w kotłowni. W otworze nawiewnym lub w kanale powinno się znajdować urządzenie do regulacji przepływu powietrza, jednak nie pozwalające na zmniejszenie przekroju więcej niż do 1/5.

Przewód wentylacyjny powinien być wykonany z materiału niepalnego.

Projektowaną kotłownię należy wyposażać w komin spalinowy z kształtek kominowych stalowych Ø300mm. Projektowany komin należy umieścić w istniejącym szachcie kominowym.

Powierzchnia kominów wynosi:

$$F_K = \left(3,14 \cdot \frac{d^2}{4} \right) [m^2]$$
$$F_K = \left(3,14 \cdot \frac{0,3^2}{4} \right) = 0,07 [m^2]$$

Wymagana powierzchnia kanału nawiewnego:

$$F_{N1} = F_K \cdot 0,6 [m^2]$$
$$F_{N1} = 0,07 \cdot 0,6 = 0,004 [m^2]$$

W pomieszczeniu kotłowni znajduje się kanał nawiewny, zetowy, z blachy o wymiarach 15x20cm. Powierzchnia przekrój tego kanału nie jest wystarczająca. Dlatego też konieczna jest jego wymiana. Należy wykonać kanał zetowy nawiewny o wymiarach 0,2x0,2m lub 0,3x0,15m (wymiar kanału należy określić w trakcie remontu kotłowni). Nowoprojektowany kanał nawiewny powinien zaczynać się w kotłowni na wysokości 0,3m nad posadzką i kończyć czerpnią na wysokości 2,0m nad powierzchnią terenu.

W kotłowni znajduje się kanał wentylacji grawitacyjnej wyciągowej, murowany o wymiarach 15x15cm. Jest on jednak niewystarczający. Dlatego też należy wykonać dodatkowy kanał wentylacji wyciągowej, z kształtek kominowych dwuściennych izolowanych Ø150mm. Kanał należy prowadzić po elewacji budynku i wyprowadzić na wysokość 0,6m ponad dach. Kratka wyciągowa kanału powinna być na wysokości 0,1m pod stropem kotłowni. Kanał należy zakończyć kształtką kominową typu parasol. Mocowanie komina do ściany należy wykonać za pomocą kształtek systemowych. Łączenia poszczególnych kształtek kominowych należy zabezpieczyć za pomocą opasek zaciskowych.

2.14.2 Wywiew

Kotłownia powinna mieć kanał wywiewny o przekroju nie mniejszym niż 25% powierzchni przekroju komina z otworem wlotowym pod sufitem kotłowni, wyprowadzony ponad dach. Przekrój poprzeczny tego kanału nie powinien być mniejszy niż 14x14 cm. Otwór wlotowy do kanału wywiewnego powinien mieć wolny przekrój równy przekrojowi kanału. Kanał wywiewny i otwór wlotowy do niego nie mogą mieć urządzeń do zamykania.

Wymagana powierzchnia kanału wyciągowego:

$$F_{N1} = F_K \cdot 0,3 [m^2]$$
$$F_{N1} = 0,07 \cdot 0,3 = 0,021 [m^2]$$

W kotłowni znajduje się kanał wentylacji grawitacyjnej, wyciągowej o wymiarach 15x15cm. Jest on wyprowadzony ponad dach. W trakcie remontu kotłowni należy go, sprawdzić i w razie konieczności udrożnić. Kanał należy wyposażyć w nową kratkę.

2.15 Odprowadzeni spalin

Projektowany kocioł na paliwo stałe, zrębkę drewnianą będzie wyposażony w wentylator wyciągowy spalin, z króćcem przyłączeniowych Ø180mm. Należy odłączyć do niego czopuch, z kształtek kominowych, dwuściennych, izolowanych, przeznaczonych do kotłów na paliwo stałe. Połączenie z kotłem należy wykonać z kształtek Ø180, następnie należy wykonać przyście na kształtki o średnicy Ø200mm Czopuch należy prowadzić pod stropem i włączyć do projektowanego komina spalinowego. Nowy komin należy zlokalizować w szachcie powstałych po istniejącym kominie spalinowym. Nowy komin należy wykonać z kształtek kominowych jednościennych, przeznaczonych do kotłów na paliwo stałe Ø200. Komin należy wyprowadzić ponad dach, na wysokość 0,6m. Połączenie komina z czopuchem należy wykonać za pomocą trójnika Ø200/200mm pod kątem 45°. Projektowany komin należy wyposażyć w rewizję i odkraplacz, zlokalizowany pod trójnikiem łączącym komin z czopuchem. Komin należy zakończyć prostką kominową dwuścienną izolowaną Ø200 do kotłów na paliwo stałe. Wyjście projektowanego komina, z istniejącego szachtu, należy zabezpieczyć płytą dachową przejściową.

3 Doprowadzenie paliwa

3.1 Układ podawania paliwa z magazynu do zasobnika pośredniego paliwa

Układ z podajnikiem ślimakowym i nagarniaczem o średnicy $D=3,0m$ z napędem w pomieszczeniu kotłowni sterowany z automatyki kotła. Długość ślimaka podającego 2540 mm. Podłoga w magazynie paliwa zabudowana do wysokości poziomu nagarniaczy od podłogi wykończonej magazynu paliwa.

Silnik napędzający o mocy dopasowanej do średnicy podajników min. 0,55 kW.

Napęd podajnika zabezpieczone przeciążeniowo z układem powiadomienia automatyki.

Zasyp paliwa do magazynu poprzez zasyp bezpośredni poprzez podajnik wprowadzający do magazynu. System podawania paliwa do magazynu z podwieszeniem w środku do wykonania przez wykonawcę. Włącznik systemu załadunku z kluczem kontaktowym zabezpieczającym.

Podłączenie wszystkich napędów do skrzynki zaciskowej współpracującej z zabezpieczeniem przeciążeniowym.

3.2 Układ zabezpieczenia przed cofnięciem płomienia do pomieszczenia magazynu z zasobnika pośredniego

Układ bezkontaktowy z pomiarem poziomu paliwa w zasobniku pośrednim poprzez bramę podczerwieni poziomu paliwa. Zabezpieczenie bezprądowe w postaci klapy zamykającej (w stanie zaniku napięcia zamykanej siłownikiem mechanicznym o minimalnym momencie 15 Nm z uszczelnieniem odpornym na wysoką temperaturę. Minimalny czas zamknięcia w stanie bezprądowym 20s.

Niezależny układ zabezpieczenia przed wzrostem temperatury w przestrzeni magazynu termostatem typu STB wartość nastawy 95°C z powiadomieniem automatyki kotła.

Niezależny układ zalania zbiornika pośredniego z zbiorników umieszczonych powyżej z monitoringiem poziomu wody poprzez zawór termiczny niezależny od pozostałych zabezpieczeń.

3.3 Podajnik stokera do palnika z rusztem schodkowym

Układ zabezpieczenia przed cofnięciem płomienia z palnika schodkowego kotła przez ciągły pomiar temperatury podajnika stokera.

Napęd podajnika poprzez przekładnię z silnikiem $U=65$ obr/min 250W 1,2A z ciągłym pomiarem przeciążeniowym, możliwość cofania podajnika w razie blokady z powiadomieniem automatyki kotła. Podajnik stokera ślimakowy pojedynczy prowadzony w niezależnej rurze na palnik rusztu schodkowego.

4 Wytyczne branżowe

4.1 Branża sanitarna

- w pomieszczeniu kotłowni należy przewidzieć umywalkę dla personelu technicznego, wyposażoną w elektryczny, przepływowy podgrzewacz ciepłej wody,
- w pomieszczeniu kotłowni należy przewidzieć zawór ze złączką do węża, oraz wpust podłogowy wyposażony w zawór zwrotny,
- należy przewidzieć doprowadzenie wody do stacji uzdatniania wody,
- należy sprawdzić stan techniczny istniejącej studni schładzającej, w razie konieczności wyremontować.

4.2 Branża budowlana

- komin spalinowy i wentylacji wywiewnej należy wyprowadzić 0,6m ponad najwyższy punkt dachu,
- należy przewidzieć konstrukcję wsporczą dla przewodów rozdzielczych i urządzeń technologicznych,
- należy wymienić istniejący kanał zetowy na nowy, mniejszy,
- ściany i stropy oddzielające kotłownię od pomieszczeń przeznaczonych na pobyt ludzi powinny zapobiegać wychładzaniu sąsiednich pomieszczeń oraz przenikaniu hałasu,

- ściany należy wyłożyć płytkami do wysokości 1,5m, a powyżej pomalować farbą emulsyjną,
- podłogę należy wykonać z materiałów nie palnych - wyłożyć płytkami,
- ściany, stropy kotłowni powinny być odporności ogniowej EI60,
- drzwi i okna w pomieszczeniu kotłowni powinny być odporności ogniowej EI30,
- dostosowanie pomieszczenia zasobnika paliwa

4.3 Branża elektryczna

Należy zaprojektować:

- instalację oświetlenia pomieszczenia kotłowni,
- instalację przeciw porażeniową,
- instalacje zasilania urządzeń,
- gniazdo elektryczne 24V,
- sterowanie kotłowni.

5 Uwagi końcowe

- Wymagania techniczne COBRTI INSTAL „Warunki techniczne wykonanie i odbioru instalacji ogrzewczych”, maj 2003r.
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 16 czerwca 2003r w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków i innych obiektów budowlanych i terenów. (Dz. U. z 2003 NR 121 poz. 1138 wraz z późniejszymi zmianami),
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwiecień 2002r w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. (Dz. U. z 2002 Nr 75 poz. 690 wraz z późniejszymi zmianami).
- Należy zastosować materiały i urządzenia posiadające aprobatę techniczną.
- Dopuszcza się zastosowanie urządzeń innych niż zaprojektowane, pod warunkiem, że będą one posiadały parametry równe lub lepsze od urządzeń dobranych w projekcie.

6 Rysunki:

Rys. nr 1 – Plan sytuacyjno-wysokościowy

Rys. nr 2 – Schemat technologiczny kotłowni na zrębki drewniane o mocy 101kW

Rys. nr 3 – Schemat technologiczny automatyki kotłowni

Rys. nr 4 – Rzut pomieszczenia kotłowni

Rys. nr 5 – Przekrój pomieszczenia kotłowni

Rys. nr 6 – Schemat komina spalinowego

Rys. nr 7 – Schemat systemu podawania paliwa

Opracował:

mgr inż. Łukasz Marchut

Projektant:

mgr inż. Piotr Ćwiek