

## Spis treści

Opis techniczny.....	2
Podstawa opracowania.....	2
Zakres opracowania .....	2
Opis obiektu.....	2
Analiza potrzeb cieplnych obiektu.....	3
Aktualne koszty ogrzewania, sprawność układu.....	4
Opis proponowanych rozwiązań modernizacyjnych.....	4
Komputerowa symulacja efektywności zastosowania pompy ciepła.....	6
Analiza wariantu modernizacji kotłowni gazowej.....	10
Ocena projektu instalacji fotowoltaicznej.....	10
Podsumowanie.....	11

Załącznik 1 - Szczegółowe wyniki symulacji Wito-WP dla układu pompy ciepła biwalentnego alternatywnego.

Załącznik 2 - Szczegółowe wyniki symulacji Sunny Design dla układu paneli fotowoltaicznych.

## Opis techniczny

do raportu kontrolnego dot. proponowanego zakresu prac modernizacyjnych prowadzących do redukcji kosztów ogrzewania dla obiektu - budynek Szkoły Podstawowej w Karścinie.

### Podstawa opracowania

- Umowa z Zamawiającym.
- Projekt technologii kotłowni gazowej - autor inż. Bogdan Trun, data opracowania 08.2004.
- Projekt budowlany instalacji centralnego ogrzewania dla planowanej rozbudowy obiektu o salę gimnastyczną - autor inż. Andrzej Barna, data opracowania, 04.2004.
- Projekt budowlany instalacji centralnego ogrzewania dla budynku Szkoły Podstawowej (stan po termomodernizacji) - autor inż. Bogdan Trun, data opracowania, 07.2004.
- Projekt planowanej instalacji fotowoltaicznej.
- Archiwalne faktury i zestawienia kosztów za energię elektryczną i paliwo gazowe - dostarczone przez Zamawiającego.
- Obowiązujące wytyczne producentów pomp ciepła.
- Wytyczne wykonania i odbioru instalacji dolnych źródeł dla pomp ciepła - PORT PC
- Obowiązujące normy i przepisy prawa budowlanego.

### Zakres opracowania

Zakres raportu kontrolnego obejmuje:

- Ocenę stanu istniejącego budynku pod kątem instalacji grzewczych, źródła ciepła i energochłonności obiektu
- Analizę możliwych kierunków poprawy efektywności energetycznej
- Komputerowe symulacje efektywności różnych konfiguracji układów pompy ciepła z uwzględnieniem zapotrzebowania energetycznego obiektu, indywidualnych danych klimatycznych oraz warunków dolnego źródła ciepła (symulacja wykonana w uznanym programie WP-OPT Germany).
- Komputerową symulację efektywności planowanej instalacji fotowoltaicznej z uwzględnieniem indywidualnych danych klimatycznych (symulacja wykonana w uznanym programie Sunny Design Germany)

### Opis obiektu

Analizowany obiekt to budynek piętrowy, niepodpiwniczony, eksploatowany w cyklu całorocznym o prostej bryle. Budynek zlokalizowany w I strefie klimatycznej, wzniesiony w latach 70-tych XX w. o poprawionym standardzie w zakresie ochrony cieplnej. W roku 2005 obiekt przeszedł gruntowną termomodernizację pod kątem budowlanym.

Zrealizowano:

- docieplenie ścian zewnętrznych z odnową elewacji
- wymianę okien
- docieplenie stropodachu wentylowanego
- wymianę poszycia dachu

Działania termomodernizacyjne budowlane spowodowały konieczność wymiany instalacji grzewczej i jej dopasowanie do nowych potrzeb ciepłych.

Nowa instalacja grzewcza to system dwururowy z grzejnikami stalowymi płytowymi o parametrach 70/55 °C. Instalacja wykonana z rur miedzianych. Grzejniki wyposażone w zawory grzejnikowe z nastawą wstępną, lecz bez głowic termostatycznych.

Istniejące źródło ciepła to układ trzech kotłów:

2 x 60 kW kocioł gazowy Torus na potrzeby centralnego ogrzewania

1 x 38 kW kocioł gazowy Torus na potrzeby ciepłej wody użytkowej współpracujący niezależnie z zasobnikiem 200 l. Buderus.

Kotły wyposażone w palniki wentylatorowe Cuenod pochodzą z roku 1996.

## Analiza potrzeb ciepłych obiektu

Zapotrzebowanie na moc grzewczą dla obiektu szkoły w stanie istniejącym: 52 510 W

Powierzchnia ogrzewana budynku (bez sali gimnastycznej wg archiwalnej dokumentacji): 981,2 m<sup>2</sup>

Kubatura ogrzewana budynku (bez sali gimnastycznej wg archiwalnej dokumentacji): 3126,96 m<sup>3</sup>

Wskaźnik kubaturowy zapotrzebowania na moc grzewczą 16,8 W/m<sup>3</sup>

Wskaźnik powierzchniowy zapotrzebowania na moc grzewczą 53,5 W/m<sup>2</sup>

Zapotrzebowanie ciepła dla planowanej sali gimnastycznej 82000 W

Zapotrzebowanie ciepła dla ogrzewania budynku SP w sezonie grzewczym (na podstawie analizy numerycznej wg średniorocznych danych klimatycznych w I strefie  $t_{z\text{ obl}} = -16^{\circ}\text{C}$ ): **92 167 kWh/rok**

Analiza archiwalnych faktur za wodę wykazała, że średnie dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. wynosi ok. 500 l/dobę.

Zapotrzebowanie energetyczne dla c.w.u.:

Ilość c.w.u. na dobę	500 l/dobę
Temperatura c.w.u.	50 °C
Temperatura z.w.	10 °C
Czas eksploatacji	365 dni
Energia c.w.u.	8488,4 kWh/rok

**Łącznie ilość ciepła wymaganego dla budynku (c.o.+c.w.u.) wynosi: 100 655 kWh/rok (netto, bez uwzględnienia sprawności systemu)**

## **Aktualne koszty ogrzewania, sprawność układu**

Na podstawie archiwalnych faktur za paliwo gazowe koszty ogrzewania i przygotowania c.w.u. kształtują się następująco:

okres rozliczeniowy	Rok 2010	Rok 2011	Rok 2012	Średnia	
ilość zużytego gazu o nominalnym cieple spalania	17 375	20 751	21 583	19 903	m3
koszt zakupu paliwa brutto	28 194	36 223	35 067	33 161	zł
jednostkowy koszt paliwa brutto	1,62	1,75	1,62	1,67	zł/m3

Na podstawie ilości zużywanego gazu i jego wartości opałowej określono ilość energii dostarczanej do budynku w paliwie:

wartość opałowa nominalna 24,0 MJ/m<sup>3</sup> 6,6720 kWh/m<sup>3</sup>

roczna ilość energii w paliwie gazowym w odniesieniu do średniego zużycia 132 793 kWh/m<sup>3</sup>

Analizując ilość energii w paliwie gazowym w stosunku do łącznych potrzeb budynku w trybie ogrzewania i produkcji c.w.u. można określić sprawność wytwarzania i dostarczania ciepła przez istniejące źródło i instalacje wewnętrzne.

**Sprawność istniejącego systemu to 75%**  
(łącznie kotłownia i instalacje wewnętrzne)

## **Opis proponowanych rozwiązań modernizacyjnych**

Ze względu na stosunkowo niską sprawność układu oraz na fakt, iż kotły są mocno wyeksploatowane (praca od 1996 roku) celem niniejszego opracowania jest odpowiedź na pytanie jakimi działaniami inwestycyjnymi można zwiększyć efektywność źródła ciepła i obniżyć koszty eksploatacyjne.

Przeanalizowano:

wariant 1 (związany z zastosowaniem odnawialnych źródeł energii) - montaż pompy ciepła

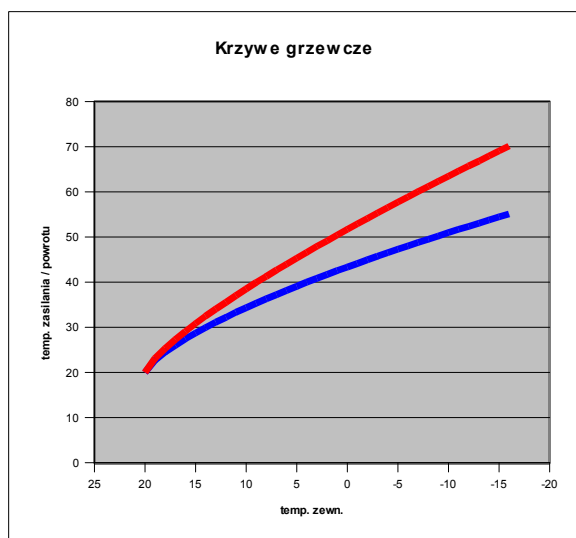
wariant 2 - zamianę istniejącej wyeksploatowanej kotłowni na nowoczesną z wysokowydajnymi urządzeniami.

Ze względu na możliwości instalacji wewnętrznej o parametrze obliczeniowym 70/55 °C zastosowanie pompy ciepła pracującej z maksymalną temperaturą zasilania instalacji na poziomie 55 °C jako stuprocentowe źródło ciepła jest niemożliwe. Istnieje jednak możliwość wykorzystywania pompy ciepła w okresach przejściowych (jesień/wiosna) jako źródła ciepła pracujące z temperaturą zasilania mniejszą bądź równą 55°C. W okresach o zapotrzebowaniu na wyższą temperaturę zasilania instalacji (55-70°C) funkcję grzewczą powinien przejąć całkowicie układ kotłowy. Gazowych.

## Analiza krzywej grzewczej i określenie temperatury biwalencyjnej (przełączającej) układu pompa ciepła - kotły gazowe:

### Obliczenie krzywej grzewczej oraz analiza trybów pracy układu pompy ciepła

wartość zadana temp. pokojowej	$\vartheta_{TR}$	20 °C
temp. zewn. obl.	$T_A$	-16 °C
wartość krzywej grzewczej	H	1,27
stała	$\xi$	60
stała	$\phi$	10
stała	$\omega$	70
moc obliczeniowa	Q	53,00 kW
delta T	$\Delta T$	15 K
przepływ	V	3,04 m³/h



temp. zewnętrzna	moc obl	wartość zadana temp. zasilania	delta T	wartość oblicz. temp. powrotu
$T_A$	Q	$\vartheta_{Tv}$	$\Delta T$	$\vartheta_{Tr}$
°C	kW	°C	K	°C
-16	53,0	70,1	15,0	55,1
-15	51,5	69,0	14,6	54,4
-14	50,1	67,9	14,2	53,8
-13	48,6	66,8	13,8	53,1
-12	47,1	65,7	13,3	52,4
-11	45,6	64,6	12,9	51,7
-10	44,2	63,5	12,5	51,0
-9	42,7	62,3	12,1	50,2
-8	41,2	61,2	11,7	49,5
-7	39,8	60,0	11,3	48,8
-6	38,3	58,9	10,8	48,0
-5	36,8	57,7	10,4	47,3
-4	35,3	56,5	10,0	46,5
-3	33,9	55,3	9,6	45,7
-2	32,4	54,1	9,2	45,0
-1	30,9	52,9	8,8	44,2
0	29,4	51,7	8,3	43,3
1	28,0	50,4	7,9	42,5
2	26,5	49,2	7,5	41,7
3	25,0	47,9	7,1	40,8
4	23,6	46,6	6,7	40,0
5	22,1	45,3	6,3	39,1
6	20,6	44,0	5,8	38,2
7	19,1	42,7	5,4	37,2
8	17,7	41,3	5,0	36,3
9	16,2	39,9	4,6	35,3
10	14,7	38,5	4,2	34,3
11	13,3	37,0	3,8	33,3
12	11,8	35,6	3,3	32,2
13	10,3	34,0	2,9	31,1
14	8,8	32,5	2,5	30,0
15	7,4	30,8	2,1	28,7
16	5,9	29,1	1,7	27,4
17	4,4	27,3	1,3	26,1
18	2,9	25,4	0,8	24,5
19	1,5	23,1	0,4	22,7
20	0,0	20,0	0,0	20,0

Analiza rozkładu temperatury zasilania i powrotu w zależności od temperatury zewnętrznej w I strefie klimatycznej wykazała, że przy temp. zewn. = - 3°C, temperatura wody grzewczej (zasilanie instalacji) wynosi 55 °C.

Tak więc temperatura graniczna pracy pompy ciepła wynosi: - 3°C

## Komputerowa symulacja efektywności zastosowania pompy ciepła

W związku z obawą Inwestora co do późniejszych kosztów eksploatacyjnych przeprowadzono możliwie dokładną symulację układu gruntowa pompa ciepła i kotły gazowe pod kątem zużycia energii elektrycznej i paliwa gazowego. Do tego celu wykorzystano specjalistyczne oprogramowanie modelujące (VITO-WP), które na podstawie zadanych danych budynku oraz szczegółowych danych klimatycznych w miejscu lokalizacji układu analizuje roczne wykorzystanie pompy ciepła i kotła gazowego sumując zużycie mediów i tym samym koszty eksploatacyjne.

Jednostkowe koszty energii elektrycznej i paliwa gazowego przyjęto na podstawie aktualnych taryf:

### Ustalenie kosztu energii z gazu (dla przeprowadzenia symulacji)

(na podstawie taryfy)

typ gazu / taryfa	GZ-35 / Z-2
ciepło spalania nominalne	28,8 MJ/m <sup>3</sup>
wartość opałowa nominalna	24,0 MJ/m <sup>3</sup>
opłaty zmienne netto	0,6558 zł/m <sup>3</sup> 0,3869 zł/m <sup>3</sup>
opłaty zmienne brutto razem	<b>1,282521 zł/m<sup>3</sup></b>
opłaty stałe netto	3,55 zł-mc 7,25 zł-mc
opłaty stałe brutto razem	<b>13,284 zł-mc</b>
<b>jednostkowy koszt energii z gazu przy 100% sprawności kotła w odniesieniu do wartości opałowej, bez opłat stałych</b>	<b>0,19 zł/kWh</b>
<b>roczne opłaty stałe</b>	<b>159,41 zł/rok</b>

**Ustalenie kosztu energii elektrycznej (dla przeprowadzenia symulacji)**  
(na podstawie taryfy)

taryfa	C-11 moc umowna do 40 kW
opłaty zmienne netto	0,3668 zł/kWh 0,2411 zł/kWh 0,0084 zł/kWh
opłaty zmienne brutto razem	<b>0,76 zł/kWh</b>
opłaty stałe netto	20 zł/m-c 0,31 zł/kW, m-c 3,06 zł/m-c 3,6 zł/kW, m-c
ilość dodatkowych kW mocy zamówionej wynikająca z zainstalowania pompy ciepła	17 kW
opłaty stałe wynikające ze zwiększenia mocy zamówionej w ramach tej samej taryfy brutto	981,10 zł/rok

Oba ww. wskaźniki jednostkowe kosztów są wielkościami brutto (podatek VAT uwzględniony).

Przeanalizowano wariant wykorzystania układu pompa ciepła gruntowa + kotły gazowe, które pracowały będą w trybie tzw. biwalentnym alternatywnym tzn. w okresach o temperaturze zewnętrznej wyższej niż graniczna energię grzewczą produkuje pompa ciepła a w okresach o temperaturze niższej kotły gazowe bez udziału pompy ciepła.

Podstawowe wyniki symulacji:

### **Łączne zapotrzebowanie ciepła (bez solarnych zysków ciepła)**

Zapotrzebowanie ciepła	ogrzewanie kWh	ciepła woda kWh
przez pompę ciepła	76838	0
przez drugie źródło energii	15329	0

### **Zapotrzebowanie energii elektr.:**

Pompa ciepła:

dla ogrzewania budynku	20740 kWh/rok
dla przygotowania ciepłej wody	0 kWh/rok

Dodatkowa energia dla niemonoenergetycznego trybu pracy:

Zapotrzebowanie energii Ogrzewanie gazowe:

dla ogrzewania budynku	15329 kWh/rok
dla przygotowania ciepłej wody	0 kWh/rok

Energia pomocnicza:

Zapotrzebowanie prądu dla pompy solanki, głębinowej lub wentylatora	0 kWh/rok
Zapotrzebowanie prądu pompy obiegowej c.o.	449 kWh/rok
Zapotrzebowanie prądu na rozmrażanie	0 kWh/rok

### **Pobrane ciepło z dolnego źródła:**

dla ogrzewania budynku	56098 kWh/rok
dla przygotowania ciepłej wody	0 kWh/rok

### **Roczne koszty energii:**

1. podzielone wg różnych źródeł ciepła:

· pompa ciepła : 16104 zł

· ogrzewanie gazowe: 3883 zł

2. podzielone wg odbiorników:

· ogrzewanie: 19646 zł

· ciepła woda: 0 zł

· odmrażanie Pompa ciepła pow./woda: 0 zł

· pompa obiegowa(n): 341 zł

>> łącznie: **19987 zł**

**Roczny wsp. efektywności wynosi: 3.7 (bez energii pomocniczej)**

### **Porównanie kosztów eksploatacji ogrzewania**

Rodzaj ogrzewania	Koszt gr/kWh	Sprawność [%]	Dodatkowe koszty w zł/rok	Łączne koszty w zł/rok
Pompa ciepła			1141	21128
Olej	--	--	--	--
Gaz	19.0	75	160	23508
Bufor elektryczny	--	--	--	--
Elektryczne bezpośrednie	--	--	--	--
dodatkowa. energia	--	--	--	--

Uwaga: ww. koszty roczne nie uwzględniają kosztów produkcji c.w.u.

Powyższe porównanie kosztów eksploatacyjnych biwalentnego układu pompy ciepła w odniesieniu do kosztów eksploatacyjnych kotłowni gazowej (100%) wskazuje oszczędność w wyniku montażu pompy ciepła na poziomie: **2380 zł/rok.**

Relacja cenowa pomiędzy energią z gazu a energią elektryczną nie jest korzystna dla stosowania pompy ciepła - spodziewane efekty są niewielkie.

Biorąc pod uwagę stosunkowo wysokie koszty wykonania (szacunkowo ok 180 000 zł) układu pompy ciepła wraz z wymaganym osprzętem i dolnym źródłem w postaci dziesięciu stumetrowych pionowych wymienników ciepła na terenie wokół budynku SP ten wariant staje się nieekonomiczny.

Szczegółowe wyniki symulacji pokazano w zał. 1

Przeanalizowano również możliwość zastosowania tańszego inwestycyjnie układu biwalencyjnego z pompą ciepła powietrzną i kotłami gazowymi, lecz wyniki rocznych oszczędności kosztów ogrzewania nie są zadowalające.

## Analiza wariantu modernizacji kotłowni gazowej

Oceniając stan techniczny kotłowni - jej stopień wyeksploatowania i ogólną sprawność istniejącego systemu gazowego na poziomie 75% należy zaproponować i rozważyć wariant bazujący w całości na paliwie gazowym i obejmujący kompleksową modernizację kotłowni z wymianą kotłów na wysokosprawne kotły kondensacyjne. Kotły kondensacyjne mają stosunkowo wysoką sprawność ze względu na wykorzystanie tzw. ciepła kondensacji wilgoci zawartej w spalinach.

Wariant modernizacji kotłowni dodatkowo uzasadniony jest korzystną relacją cenową pomiędzy ciepłem z gazu a energią elektryczną.

Podniesienie sprawności źródła ciepła musi być powiązane z modernizacją instalacji wewnętrznej obejmującą montaż głowic termostatycznych na istniejących zaworach przygrzejnikowych.

Ocena sprawności nowego układu z kotłami kondensacyjnymi:

(na podstawie danych literaturowych - metodologia oceny energetycznej budynków)

	dla wartości min.	dla wartości max.
sprawność dystrybucji ciepła (0,96-0,98)	96,00%	98,00%
sprawność układu akumulacji ciepła (1,00)	100,00%	100,00%
sprawność wytwarzania ciepła (0,91-0,98)	91,00%	98,00%
<b>całkowita sprawność układu</b>	<b>87,36%</b>	<b>96,04%</b>
<b>średnia całkowita sprawność układu</b>	<b>91,70%</b>	

Powyższe szacunki wskazują, że spodziewany wzrost sprawności systemu grzewczego po zastosowaniu kotłów kondensacyjnych i doposażenia instalacji wewnętrznej w głowice termostatyczne może osiągnąć wartość na poziomie ok. 16%.

O tyle też mogą obniżyć się roczne koszty eksploatacyjne związane z zakupem paliwa gazowego.

Szacunkowe oszczędności w stosunku do kosztów z roku 2012 to ok. 5200 zł/rok a więc dwukrotnie więcej niż w wyniku montażu pomp ciepła.

Inwestycja taka kształtuje się na poziomie ok. 85 000 - 95 000 zł.

## Ocena projektu instalacji fotowoltaicznej

Przedstawiony przez Inwestora projekt instalacji fotowoltaicznej nie obejmuje analizy efektywności planowanego układu i nie daje odpowiedzi na pytanie - ile energii elektrycznej wyprodukują panele w skali całego roku. W ramach niniejszego opracowania dokonano symulacji komputerowej układu fotowoltaicznego o wielkości i usytuowaniu jak w projekcie z uwzględnieniem zbliżonych warunków klimatycznych nasłonecznienia jak w miejscu montażu. Do tego celu wykorzystano program komputerowy Sunny Design, który w sposób szczegółowy poddaje analizie sposób pracy skonfigurowanego układu fotowoltaicznego.

Symulacja wykazała, że planowana instalacja może wyprodukować ok 26 860 kWh en. elektrycznej w ciągu roku.

Szczegółowe wyniki symulacji przedstawiono w zał. 2.

Analiza archiwalnych faktur wykazała, że roczne zapotrzebowanie budynku na energię elektryczną kształtuje się na poziomie 13 000 kWh/rok.

Tak więc możliwości produkcyjne instalacji znacznie przekraczają potrzeby budynku. Projekt instalacji PV zakłada włączenie jej do ogólnego systemu dystrybucji en. elektrycznej. Oszczędności kosztów związanych z zasilaniem budynku w energię el. zależą będą od ostatecznej umowy pomiędzy właścicielem mikroelektrowni a odbiorcą (Zakładem Energetycznym). Jednakże przy tak znaczącej nadprodukcji energii elektrycznej w stosunku do potrzeb budynku spodziewane jest znaczne obniżenie aktualnych kosztów związanych z zasilaniem energetycznym a kształtujących się na poziomie ok. 11 200 zł rocznie.

Zaleca się aby w specyfikacji przetargowej na wykonanie układu fotowoltaicznego uwzględnić wymóg dołączenia do każdej oferty profesjonalne symulacje efektywności oferowanej instalacji fotowoltaicznej z podaniem rocznych uzysków. Analiza porównawcza tych symulacji pozwoli na weryfikację jakościową proponowanych układów.

## Podsumowanie

Przedmiotowy budynek jest w dobrym stanie pod względem energochłonności w wyniku przeprowadzonych stosunkowo niedawno działań termomodernizacyjnych obejmujących: docieplenie ścian zewnętrznych, docieplenie stropodachu, wymianę okien, wymianę instalacji c.o.

Stan techniczny kotłowni jest dostateczny biorąc pod uwagę wiek i stopień wyeksploatowania kotłów oraz ich sprawność.

Ponieważ istniejąca instalacja c.o. zwymiarowana jest na parametry obliczeniowe 70/55 °C, nie jest możliwe zastosowanie pomp ciepła typowej konstrukcji do zastąpienia w całości kotłownię gazową jako źródło ciepła dla obiektu.

Przeanalizowano rozkład tzw. „krzywej grzewczej” i określono, że praca pomp ciepła o maksymalnej temperaturze zasilania 55 °C jest możliwa w okresach o wyższych temperaturach zewnętrznych niż -3 °C.

Na podstawie szczegółowej analizy relacji cenowych nośników energii - energia elektryczna i paliwo gazowe GZ35 oraz komputerowej symulacji pracy układu biwalentnego alternatywnego grunтовой pompy ciepła i kotłów gazowych stwierdzono, że oszczędności w kosztach eksploatacyjnych będą niewielkie ok. (2380 zł/rok) w stosunku do ogrzewania w oparciu tylko o kotły gazowe.

Wariant zastosowania pompy ciepła jest nieekonomiczny ze względu na wysokie koszty inwestycyjne i niewielkie oszczędności kosztów eksploatacyjnych na skutek niekorzystnej relacji cenowej mediów (gaz/en. el.).

Dla pełnego obrazu sytuacji przeanalizowano teoretyczną sytuację, że źródło gazowe w całości zostaje zastąpione pompami ciepła, lecz to wymaga przebudowy instalacji wewnętrznej i zastosowania znacznie większego dolnego źródła (ok. 20 odwiertów 100 mb). W takim przypadku koszty ogrzewania i c.w.u. rocznie kształtowałyby się na poziomie 20 000 zł. Jest to o ok. 40% mniej niż koszty aktualne, lecz ekonomicznie nieuzasadnione ponieważ zakres i wartość inwestycji jest bardzo wysoka.

Jako racjonalny i uzasadniony technicznie oraz ekonomicznie traktuje się wariant 2 -

obejmujący wymianę istniejącej kotłowni na nowoczesną kotłownię kondensacyjną o wyższej sprawności oraz doposażenie zaworów przygrzejnikowych w głowice termostatyczne, dające możliwość sterowania wydajnością grzejników. Wariant ten powinien przynieść oszczędności na poziomie 16% w stosunku do stanu istniejącego.

Przeanalizowano wydajność proponowanego układu fotowoltaicznego. Spodziewana roczna produkcja elektryczna kształtować się będzie na poziomie 26 860 kWh/rok przy potrzebach budynku ok. 13 000 kWh/rok. Nadprodukcja en. elektrycznej może przynieść znaczące oszczędności kosztów związanych z zasilaniem budynku, które aktualnie wynoszą ok 11 200 zł/rok.

Należy brać pod uwagę, że przedstawione wyliczenia symulacyjne energetyczne i kosztowe mają charakter szacunkowy i odnoszą się do ustalonych warunków obiektu i profilu klimatycznego w miejscu montażu. Rzeczywiste wielkości zużycia energii i tym samym kosztów eksploatacyjnych mogą się różnić ze względu na zmienność warunków pogodowych w poszczególnych sezonach grzewczych oraz możliwość innej niż założona eksploatacji obiektu - np. utrzymywanie wyższych lub niższych temperatur wewnętrznych.

Opracował:  
mgr. inż. Roman Ciońka