

„Opis audytu energetycznego obiektów  
WOSiR Drzonków ”



Centrum  
Energetyki Odnawialnej  
PWSZ w Sulechowie



## Spis treści

WSTĘP.....	4
1. Cel i zakres opracowania .....	5
2. Opis obiektów objętych audytem .....	5
2.1. Bungalow A.....	5
2.2. Bungalow B.....	6
2.3. Bungalow C.....	6
2.4. Bungalow D.....	7
2.5. Bungalow E .....	7
2.6. Bungalow F .....	8
2.7. Bungalow G .....	8
2.8. Świetlica.....	9
2.9. Budynek „na sianie” .....	9
2.10. Budynek „Klocki” .....	10
2.11. Budynek zaplecza technicznego .....	10
2.12. Kociołnia – główne źródło ciepła .....	11
3. Ocena stanu istniejącego .....	11
3.1. Opis źródła energii cieplnej .....	11
3.2. Opis systemu elektroenergetycznego .....	14
3.3. Stosowanie odnawialnych źródeł energii.....	14
3.4. Ocena obiektów kubaturowych .....	15
3.5. Ocena źródła ciepła .....	15
3.6. Ocena stanu wewnętrznych instalacji C.O. i C.W.U .....	15
3.7. Ocena stanu wentylacji .....	15
3.8. Ocena stanu instalacji elektrycznych i oświetlenia .....	16
5. Bilans mocy elektrycznej .....	16
6. Bilans rocznego zapotrzebowania energii na poszczególne cele .....	16
7. Optymalizacja energetyczno-ekonomiczna przedsięwzięć termomodernizacyjnych.....	17
7.1. Warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych .....	17
8. Opis rozwiązań techniczno – technologicznych przyjętych w poszczególnych wariantach.....	19
8.1. Źródła ciepła .....	19
8.2. Źródła energii elektrycznej .....	21
8.3. System zarządzania energią .....	25



8.4.	Wentylacja i klimatyzacja .....	26
8.5.	Termoizolacja obiektów pod kątem budowlanym .....	27
9.	Określenie nakładów inwestycyjnych dla poszczególnych wariantów .....	32
10.	Bilans energetyczny analizowanych obiektów wg wariantu optymalnego.....	36
10.1.	Wybór wariantu optymalnego .....	36
10.2.	Zestawienie efektu rzeczowo – ekologicznego termomodernizowanego budynku .....	37
11.	Podsumowanie i rekomendacje .....	39

Centrum Energetyki Odnawialnej

Sp. z o.o.

66-100 Sulechów, ul. Armii Krajowej 51  
NIP 9731010917, Reg. 081090655  
KRS 0000440711



## WSTĘP

Audyt energetyczny obiektu Wojewódzkiego Ośrodka Sportu i Rekreacji w Drzonkowie został sporządzony w celu osiągnięcia efektu ekologicznego polegającego na oszczędności energii cieplnej i elektrycznej, zmniejszeniu poziomu emisji CO<sub>2</sub> związanym z oszczędnościami energii oraz poprawy izolacyjności cieplnej budynków. Osiągnięcie tego efektu jest możliwe jedynie po przeprowadzeniu termomodernizacji budynków znajdujących się na terenie WOSiR-u w Drzonkowie. Dzięki poprawie izolacyjności przegród zewnętrznych, wymianie stolarki okiennej i drzwiowej oraz zastosowaniu odnawialnych źródeł energii do zasilenia centralnego ogrzewania (c.o.) oraz podgrzania ciepłej wody użytkowej (c.w.u.) możliwe jest osiągnięcie sporych oszczędności podczas eksploatacji w/w systemów oraz obniżenie emisji zanieczyszczeń do atmosfery. W celu zabezpieczenia potrzeb energetycznych szczególnie w zakresie energii pierwotnej (EP) konieczne jest zastosowanie wytwórczego źródła energii elektrycznej.

Niniejszy dokument jest to aktualizacja wcześniejszych audytów energetycznych, wykonana w związku ze zmianą wytycznych wartości współczynnika przenikania ciepła  $U_{C(max)}$  oraz wzoru karty audytu z Obwieszczenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 17 lipca 2015 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakimi powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Dane wykorzystywane w audycie zostały zaczerpnięte z poprzednich audytów oraz wizji lokalnej.





## 1. Cel i zakres opracowania


Celem wykonania audytu energetycznego budynków Wojewódzkiego Ośrodka Sportu i Rekreacji w Drzonkowie jest osiągnięcie efektu ekologicznego polegającego na:

- oszczędności energii cieplnej i elektrycznej,
- zmniejszenie poziomu emisji CO<sub>2</sub> związane z oszczędnościami energii,
- poprawa izolacyjności cieplnej budynków.

## 2. Opis obiektów objętych audytem


Stan istniejący obiektów Wojewódzkiego Ośrodka Sportu i Rekreacji w Drzonkowie objętych niniejszym audytem energetycznym został przedstawiony poniżej. Jest to siedem obiektów wybudowanych w latach 80. ubiegłego wieku. Ich stan można określić jako średni zarówno pod względem energetycznym jak i budowlanym.

### 2.1. Bungalow A


Nazwa obiektu	Rok budowy	Kubatura	Powierzchnia użytkowa	Ilość kondygnacji	Liczba pomieszczeń	Opis
Bungalow A	r. 1986	m <sup>3</sup> 308	m <sup>2</sup> 110	il. 2	sztuk 6	
						Budynek o konstrukcji ramowej wypełniony cegła ceramiczną. Ściany zewnętrzne zostały wykonane w technologii trójwarstwowej. Podłoga na gruncie składa się z lastriko, wylewki betonowej oraz podsypki piaskowej. Izolacje dachu wykonano z warstwowej płyty PW8-B/U2 (dwustronne blachy fałdowane z wnętrzem z pianki poliuretanowej). Okna z tworzywa sztucznego. Instalacja CO oraz CWU bazuje na centralnym źródle ciepła o parametrach 80/60. W obiekcie funkcjonuje wentylacja grawitacyjna.



## 2.2. Bungalow B

Nazwa obiektu	Rok budowy	Kubatura	Powierzchnia użytkowa	Ilość kondygnacji	Liczba pomieszczeń	Opis
Bungalow B	r.	m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup>	il.	sztuk	<p>Budynek o konstrukcji ramowej wypełniony cegłą ceramiczną. Ściany zewnętrzne zostały wykonane w technologii trójwarstwowej. Podłoga na gruncie składa się z płytek nieregularnych marmurowych, wylewki betonowej oraz podsypki piaskowej. Izolacje dachu wykonano z warstwowej płyty PW8-B/U2 (dwustronne blachy fałdowane z wnętrzem z pianki poliuretanowej). Okna z tworzywa sztucznego. Instalacja CO oraz CWU bazuje na centralnym źródle ciepła o parametrach 80/60. W obiekcie funkcjonuje wentylacja grawitacyjna.</p>
	1986	308	110	2	6	
						


## 2.3. Bungalow C

Nazwa obiektu	Rok budowy	Kubatura	Powierzchnia użytkowa	Ilość kondygnacji	Liczba pomieszczeń	Opis
Bungalow C	r.	m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup>	il.	sztuk	<p>Budynek o konstrukcji ramowej wypełniony cegłą ceramiczną. Ściany zewnętrzne zostały wykonane w technologii trójwarstwowej. Podłoga na gruncie składa się z lastriko, wylewki betonowej oraz podsypki piaskowej. Izolacje dachu wykonano z warstwowej płyty PW8-B/U2 (dwustronne blachy fałdowane z wnętrzem z pianki poliuretanowej). Okna z tworzywa sztucznego. Instalacja CO oraz CWU bazuje na centralnym źródle ciepła o parametrach 80/60. W obiekcie funkcjonuje wentylacja grawitacyjna.</p>
	1986	308	110	2	6	
						






## 2.4. Bungalow D

Nazwa obiektu	Rok budowy	Kubatura	Powierzchnia użytkowa	Ilość kondygnacji	Liczba pomieszczeń	Opis
Bungalow D	r.	m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup>	il.	sztuk	<p>Budynek o konstrukcji ramowej wypełniony cegła ceramiczną. Ściany zewnętrzne zostały wykonane w technologii trójwarstwowej. Ściany zewnętrzne w poprzednich latach zostały docieplone styropianem o grubości 15 cm. Podłoga na gruncie składa się z lastriko, wylewki betonowej oraz podsypki piaskowej. Izolacje dachu wykonano z warstwowej płyty PW8-B/U2 (dwustronne blachy fałdowane z wnętrzem z pianki poliuretanowej). Okna z tworzywa sztucznego. Instalacja CO oraz CWU bazuje na centralnym źródle ciepła o parametrach 80/60. W obiekcie funkcjonuje wentylacja grawitacyjna.</p>
	1986	308	110	2	6	
						


## 2.5. Bungalow E

Nazwa obiektu	Rok budowy	Kubatura	Powierzchnia użytkowa	Ilość kondygnacji	Liczba pomieszczeń	Opis
Bungalow E	r.	m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup>	il.	sztuk	<p>Budynek o konstrukcji ramowej wypełniony cegła ceramiczną. Ściany zewnętrzne zostały wykonane w technologii trójwarstwowej. Ściany zewnętrzne w poprzednich latach zostały docieplone styropianem o grubości 15 cm. Podłoga na gruncie składa się z lastriko, wylewki betonowej oraz podsypki piaskowej. Izolacje dachu wykonano z warstwowej płyty PW8-B/U2 (dwustronne blachy fałdowane z wnętrzem z pianki poliuretanowej). Okna z tworzywa sztucznego. Instalacja CO oraz CWU bazuje na centralnym źródle ciepła o parametrach 80/60. W obiekcie funkcjonuje wentylacja grawitacyjna.</p>
	1986	308	110	2	6	
						






## 2.6. Bungalow F

Nazwa obiektu	Rok budowy	Kubatura	Powierzchnia użytkowa	Ilość kondygnacji	Liczba pomieszczeń	Opis
Bungalow F	r.	m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup>	il.	sztuk	<p>Budynek o konstrukcji ramowej wypełniony cegłą ceramiczną. Ściany zewnętrzne zostały wykonane w technologii trójwarstwowej. Podłoga na gruncie składa się z lastriko, wylewki betonowej oraz podsypki piaskowej. Izolacje dachu wykonano z warstwowej płyty PW8-B/U2 (dwustronne blachy fałdowane z wnętrzem z pianki poliuretanowej). Okna z tworzywa sztucznego. Instalacja CO oraz CWU bazuje na centralnym źródle ciepła o parametrach 80/60. W obiekcie funkcjonuje wentylacja grawitacyjna.</p>
	1986	308	110	2	6	
						

## 2.7. Bungalow G

Nazwa obiektu	Rok budowy	Kubatura	Powierzchnia użytkowa	Ilość kondygnacji	Liczba pomieszczeń	Opis
Bungalow G	r.	m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup>	il.	sztuk	<p>Budynek o konstrukcji ramowej wypełniony cegłą ceramiczną. Ściany zewnętrzne zostały wykonane w technologii trójwarstwowej. Podłoga na gruncie składa się z lastriko, wylewki betonowej oraz podsypki piaskowej. Izolacje dachu wykonano z warstwowej płyty PW8-B/U2 (dwustronne blachy fałdowane z wnętrzem z pianki poliuretanowej). Okna z tworzywa sztucznego. Instalacja CO oraz CWU bazuje na centralnym źródle ciepła o parametrach 80/60. W obiekcie funkcjonuje wentylacja grawitacyjna.</p>
	1986	308	110	2	6	
						






## 2.8. Świetlica

Nazwa obiektu	Rok budowy	Kubatura	Powierzchnia użytkowa	Ilość kondygnacji	Liczba pomieszczeń	Opis
Świetlica	r.	m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup>	il.	sztuk	Budynek świetlicy wykonana została w technologii tradycyjnej. Ściany zewnętrzne składają się z cegły ceramicznej pełnej i pokryte z dwóch stron tynkiem cementowo – wapiennym. Strop pod poddaszem nie ogrzewanym składa się z deski podłogowej, polepy ocieplającej i deski podłogowej. Podłoga na gruncie składa się z podsypki piaskowej, betonu i lastryko. Dach o konstrukcji drewnianej pokryty blachodachówką. Okna i drzwi wykonane z drewna. Ogrzewanie budynku odbywa się za pomocą ogrzewania elektrycznego.
	1930	323	101	1	0	
						


## 2.9. Budynek „na sianie”

Nazwa obiektu	Rok budowy	Kubatura	Powierzchnia użytkowa	Ilość kondygnacji	Liczba pomieszczeń	Opis
Budynek „na sianie”	r.	m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup>	il.	sztuk	Budynek NA SIANIE wykonany został w technologii tradycyjnej. Ściany zewnętrzne składają się z cegły ceramicznej typu kratówka i pokryte z dwóch stron tynkiem cementowo – wapiennym. Budynek przykryty jest płaskim dachem z płyt PW8-B/U2 ( dwustronne blachy pofalowane wypełnione pianką poliuretanową). Podłoga na gruncie zbudowana jest z podsypki piaskowej, żuźla paleniskowego, wylewki betonowej, gładzi cementowej i lastryko. Okna i drzwi wejściowe wykonane z tworzywa sztucznego.
	1986	202 5,8	723, 5	4	11	
						






## 2.10. Budynek „Klocki”

Nazwa obiektu	Rok budowy	Kubatura	Powierzchnia użytkowa	Ilość kondygnacji	Liczba pomieszczeń	Opis
Budynek „Klocki”	r.	m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup>	il.	sztuk	Budynek KLOCKI wykonany został w technologii tradycyjnej. Ściany zewnętrzne składają się z cegły ceramicznej pełnej i pokryte z dwóch stron tynkiem cementowo – wapiennym. Dach jednospadowy wykonany z blachy falistej. Stropodach składa się z wełny mineralnej układanej na ruszcie metalowym na którym podwieszono są płyty kartonowo – gipsowych. Podłoga na gruncie składa się z podsypki piaskowej, żużlu wielkopieczowego, betonu, wylewki cementowej i płyt PCV układanych na klej. Okna wykonane z tworzywa sztucznego. Drzwi wejściowe wykonane ze stali.
	1986	896,4	332	1	15	
						


## 2.11. Budynek zaplecza technicznego

Nazwa obiektu	Rok budowy	Kubatura	Powierzchnia użytkowa	Ilość kondygnacji	Liczba pomieszczeń	Opis
Budynek zaplecza technicznego	r.	m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup>	il.	sztuk	Budynek zaplecza technicznego wykonany został w technologii tradycyjnej. Ściany zewnętrzne składają się z cegły ceramicznej typu kratówka i pokryte z dwóch stron tynkiem cementowo – wapiennym. Stropodach składa się z papy asfaltowej, wylewki betonowej, żużlu wielkopieczowego, stopu żelbetowego i tynku wapienno – cementowego. Podłoga na gruncie wykonana została z płyt PCV układanych na klej, wylewki betonowej, betonu, żużlu wielkopieczowego i podsypki piaskowej. Okna wykonane z tworzywa sztucznego, drzwi drewniane. Budynek posiada własną kotłownię.
	1986	1965	655	2	0	
						





## 2.12. Kotłownia – główne źródło ciepła

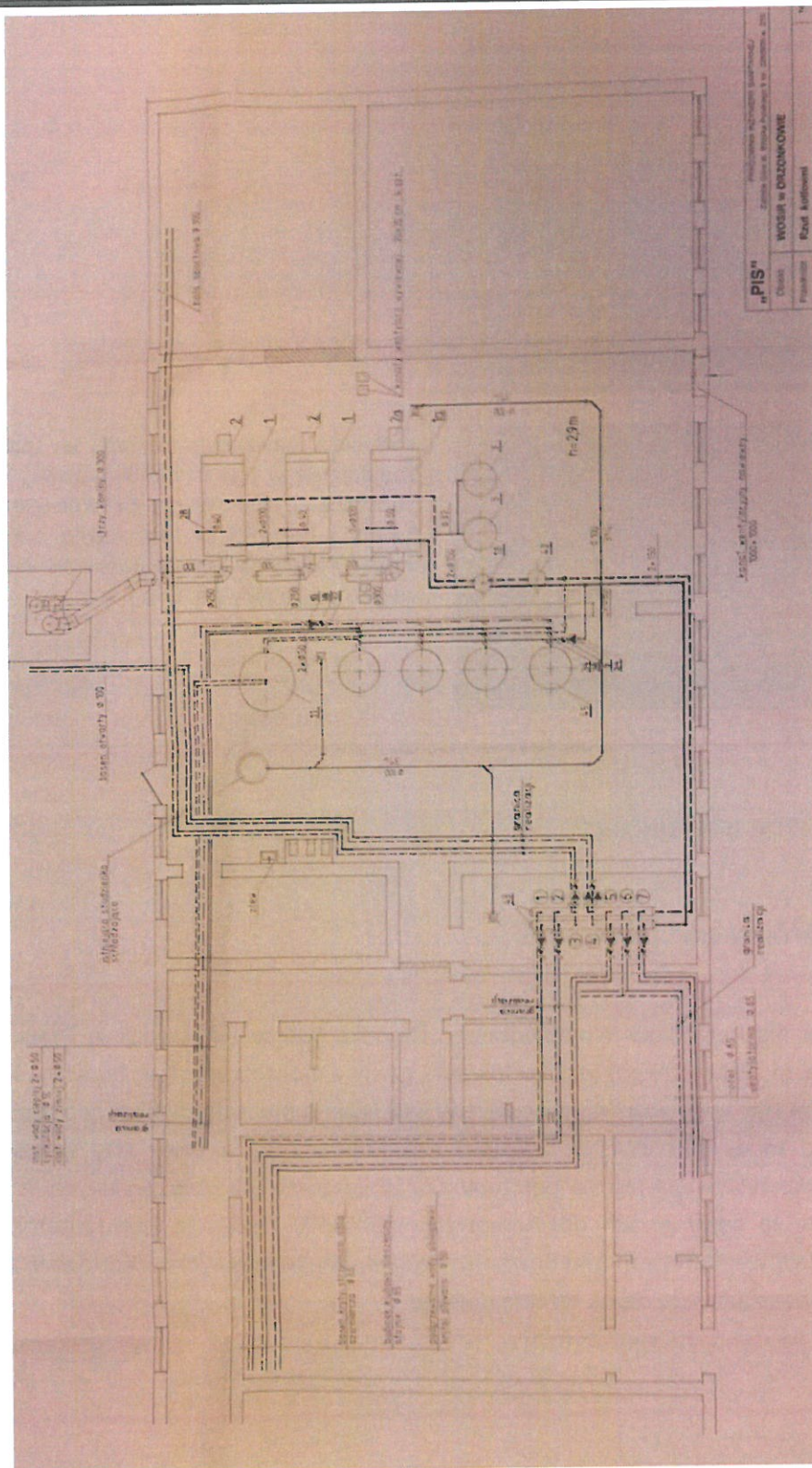
Nazwa obiektu	Ilość kondygnacji	Liczba pomieszczeń	Opis
Kotłownia- główne źródło ciepła	il.	sztuk	 <p>Kotłownia zlokalizowana jest w budynku Hotelu. Znajdują się w niej trzy kotły gazowe, które stanowią podstawowe źródło ciepła dla Wojewódzkiego Ośrodka Sportu i Rekreacji w Drzonkowie oraz zasobniki na wodę. Kotłownia jest zautomatyzowana i dostarcza ciepło na potrzeby c.o. oraz c.w.u.</p>
	1	2	

## 3. Ocena stanu istniejącego

### 3.1. Opis źródła energii cieplnej

Źródłem ciepła dla budynków Wojewódzkiego Ośrodka Sportu i Rekreacji w Drzonkowie (oprócz budynku zaplecza technicznego) jest kotłownia gazowa zlokalizowana w budynku Hotelu (rys. 1). Znajdują się tam trzy kotły gazowe, pracujące w kaskadzie o mocach: dwa kotły o mocy 500 kW oraz jeden kocioł o mocy 750 kW. W kotłowni zlokalizowane są również trzy zasobniki na wodę. Kotłownia wykorzystywana jest na potrzeby c.o. (o parametrach obliczeniowych 80/60°C) oraz na potrzeby c.w.u. (o parametrach obliczeniowych (55/45°C). Instalacja jest zautomatyzowana pod względem pogodowym oraz zapotrzebowania energetycznego budynków. Kotłownia zasila istniejącą sieć ciepłowniczą znajdującą się na terenie obiektu.





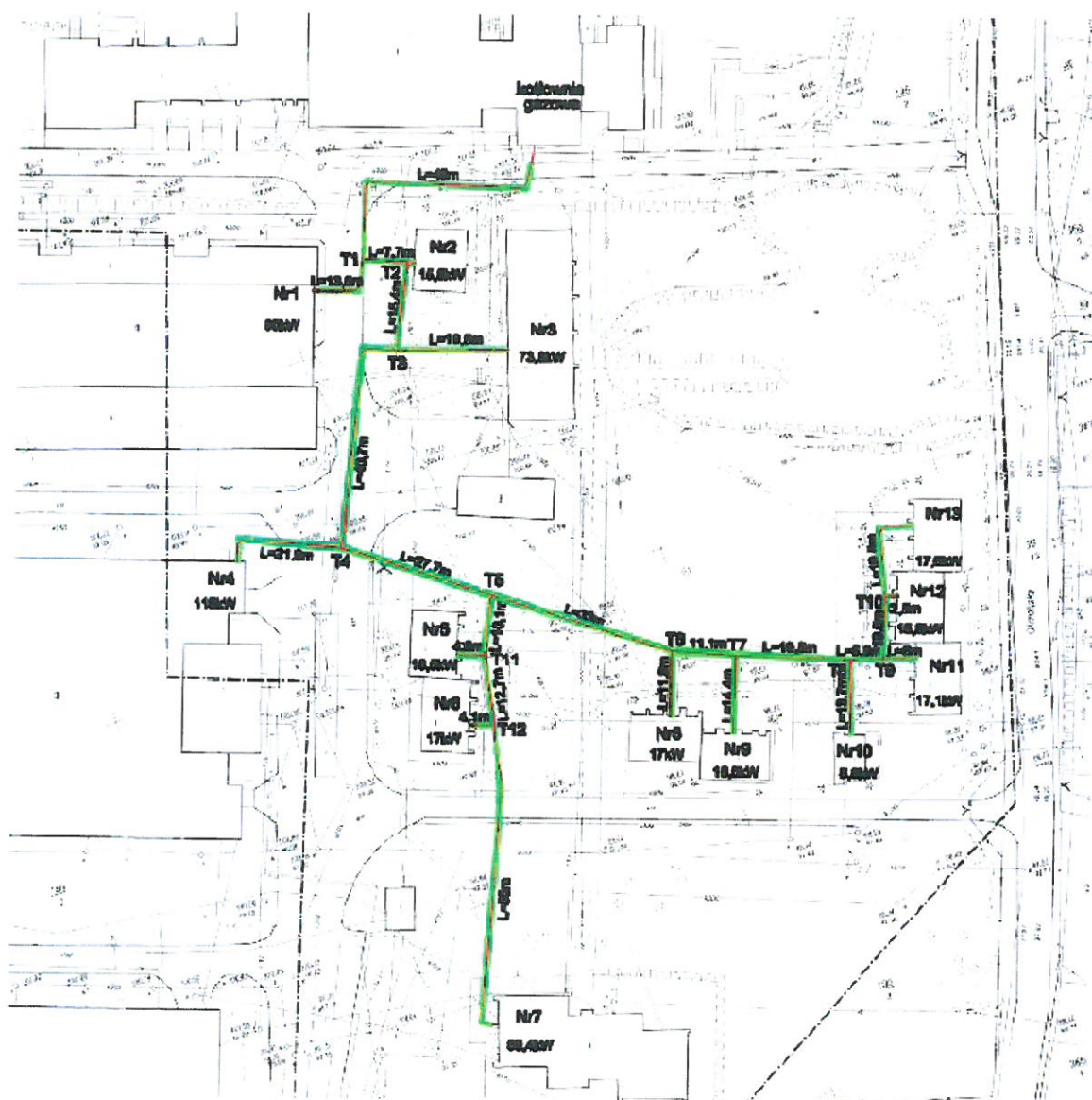
Rysunek 1 Schemat kotłowni głównej w Wojewódzkim Ośrodku Sportu i Rekreacji w Drzankowie

Źródło: dokumenty wewnętrzne WOSiR Drzanków





Istniejąca sieć rurociągów wykonana była w połowie lat 70-tych (rys. 2). Sieć c.o. wykonana jest z rur stalowych czarnych, a wody ciepłej i zimnej z rur ze stali ocynkowanej. Rurociągi ułożone są w nieprzełazowych kanałach murowanych, rozprowadzonych po terenie ośrodka do poszczególnych budynków. Źródłem zasilania jest centralna hydrofornia i kotłownia o mocy 1750kW, zlokalizowane w budynku hotelu.



*Rysunek 2 Schemat sieci ciepłowniczej w Wojewódzkim Ośrodku Sportu i Rekreacji w Drzonkowie*

*Źródło: dokumenty wewnętrzne WOSiR Drzonków*

Budynek zaplecza technicznego posiada własną kotłownię z której zasilany jest układ c.o. i c.w.u. budynku. W kotłowni zlokalizowany jest jeden kocioł gazowy firmy Viessmann Vitola 200 o mocy cieplnej od 18 do 63 kW oraz powietrzna pompa ciepła firmy Stiebel Eltron o mocy 33 kW.



### 3.2. Opis systemu elektroenergetycznego

Budynki obiektu Wojewódzkiego Ośrodka Sportu i Rekreacji w Drzonkowie zasilane są w energię elektryczną z sieci energetyki zawodowej. Na terenie obiektu znajdują się stacje transformatorowe średniego napięcia. Ze stacji transformatorowych energia elektryczna jest dostarczana do poszczególnych budynków za pomocą linii napowietrznych i podziemnych. W budynkach znajdują się rozdzielnie elektryczne, które nie były modernizowane. Ogólny stan sieci ocenia się na zły. Konieczna jest modernizacja.

Tabela 1 Charakterystyka systemu elektroenergetycznego

Lp.	Elementy systemu	Opis	Moc[kW]	Napięcie [V]	System ochrony przeciwporażeniowej	Rok zainstalowania/modernizacji
1	Zasilanie obiektu	Kabel YAKY 4x120mm <sup>2</sup>	358	3x230/400	Szybkie wyłączenie TN-s	Lata 80.
2	Złącze kablowe/napowietrzne	Złącze kablowe Z-22	-			
3	Wewnętrzne linie zasilające	Przewody aluminiowe	-			
4	Rozdzielnica główna	TE-10	-			
5	Rozdzielnice pomiarowe	Licznik 1- lub 3-fazowy	-			
6	Rozdzielnice pomocnicze, piętrowe	Rozdzielnice piętrowe z zabezp.	-			

Źródło: WOSiR Drzonków

### 3.3. Stosowanie odnawialnych źródeł energii

Na terenie Wojewódzkiego Ośrodka Sportu i Rekreacji w Drzonkowie występują dwie instalacje Odnawialnych Źródeł Energii. Pierwsza jest to powietrzna pompa ciepła firmy Stiebel Eltron o mocy 33 kW wspomagająca kocioł gazowy znajdujący się w budynku zaplecza technicznego.

Druga instalacja jest to kaskada pomp powietrznych ogrzewająca odkryte pływalnie znajdujące się na terenie ośrodka, nie objęte niniejszym audytem energetycznym.





### 3.4. Ocena obiektów kubaturowych

Budynki będące obiektem oceny audytu energetycznego znajdujące się na terenie Wojewódzkiego Ośrodka Sportu i Rekreacji w Drzonkowie zostały wybudowane w latach 80. ubiegłego wieku. Pomimo częściowej modernizacji (wymiana okien, drzwi, częściowe ocieplenie ścian) są to obiekty niespełniające obecnie przyjętych norm i wytycznych budowlanych. Wymagana jest gruntowa termomodernizacja obiektów w zakres której wchodzi docieplenie wszystkich przegród zewnętrznych oraz wymiana okien i drzwi.

Stan budynków objętych audytem energetycznym ocenia się jako zły.

### 3.5. Ocena źródła ciepła

Budynki objęte audytem energetycznym (oprócz budynku zaplecza technicznego) zasilane są z centralnej kotłowni znajdującej się w budynku Hotelu. Przez wykorzystanie centralnej kotłowni do dostarczania ciepła na potrzeby c.o. i c.w.u. obserwuje się straty na przesyłach z wykorzystaniem sieci ciepłowniczej o złym stanie. Szacunkowe straty przesyłowe przekraczają 30%, co zostało wskazane w aktualizowanym audycie energetycznym.

Budynek zaplecza technicznego zasilany jest z lokalnej kotłowni w której znajdują się dwa źródła ciepła: kocioł gazowy firmy Viessmann Vitola 200 o mocy cieplnej od 18 do 63 kW oraz powietrzna pompa ciepła firmy Stiebel Eltron o mocy 33 kW. Stan kotłowni ocenia się jako dobry, z wykorzystaniem odnawialnego źródła energii. Brak wskazań do modernizacji.

### 3.6. Ocena stanu wewnętrznych instalacji C.O. i C.W.U

Przewody instalacji zostały wykonane z rur stalowych łączonych na gwint lub spaw. Piony jak i przewody nie są wyposażone w instalację cieplną. Instalacje c.o. we wszystkich budynkach wyposażone są w zawory termostatyczne. Stan instalacji c.o. oraz c.w.u. można określić jako zły.

### 3.7. Ocena stanu wentylacji

W obiektach Wojewódzkiego Ośrodka Rekreacji i Sportu w Drzonkowie jest wykorzystywana wentylacja grawitacyjna. Jest to niedostateczny system wentylacji w obiektach użyteczności publicznej, ponieważ nie jest zachowana odpowiednia krotność wymiany powietrza dla budynków użyteczności publicznej.



### 3.8. Ocena stanu instalacji elektrycznych i oświetlenia

Według wywiadu z administratorem budynków stwierdzono, że instalacja elektryczna w ocenianych obiektach jest w złym stanie technicznym. Wskazane jest wykonanie modernizacji instalacji elektrycznej w obiektach Wojewódzkiego Ośrodka Rekreacji i Sportu w Drzonkowie.

W obiektach Wojewódzkiego Ośrodka Rekreacji i Sportu w Drzonkowie wykorzystywane jest energochłonne oświetlenie: oprawy porcelanowe i żarówki min. 60 W. Stan oceniany jako zły.

### 4. Bilans mocy cieplnej

Bilans mocy cieplnej przedstawiony został w tabeli 2. Ukazuje on moc cieplną systemu grzewczego [kW] dla poszczególnych obiektów. Największe zapotrzebowanie na moc cieplną wykazuje budynek „na sianie”, co wynika z tego, że jest to budynek o największej powierzchni. Całkowita moc cieplna systemu grzewczego dla wszystkich budynków objętych audytem energetycznym wynosi 295,43 kW.

Tabela 2 Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]

Lp.	Nazwa obiektu	Moc cieplna [kW] Stan przed termomodernizacją
1	Bungalow ABC	50,92
2	Bungalow DE	33,64
3	Bungalow FG	36,35
4	Świetlica	21,03
5	Budynek „Na sianie”	76,24
6	Budynek „Klocki”	38,56
7	Budynek zaplecza technicznego	38,69
SUMA		295,43

Źródło: Audyty energetyczne WOSiR w Drzonkowie

### 5. Bilans mocy elektrycznej

- zużycie energii elektrycznej w roku 2014 na podstawie odczytów wyniosło: 1 278 900,00 kW,
- średnioroczne zużycie energii elektrycznej (wyliczone na podstawie odczytów z lat 2012, 2013, 2014) wynosi 1 266 343,33 kW.

### 6. Bilans rocznego zapotrzebowania energii na poszczególne cele

Roczne zapotrzebowanie ciepła na cele co i cwu zostało przedstawione w tabeli poniżej. Całkowita moc systemu grzewczego wynosi 295,43 kW, całkowita moc cieplna na przygotowanie C.W.U. wynosi 37,09 kW.





Tabela 3 Roczne zapotrzebowanie ciepła na cele co i cwu [kW]

Lp.	Nazwa obiektu	Kubatura ogrzewana [m <sup>3</sup> ]	Powierzchnia ogrzewana [m <sup>2</sup> ]	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]
1	Bungalow ABC	1089,43	437,06	50,92	8,64	349,61
2	Bungalow DE	726,29	291,38	33,64	8,64	250,29
3	Bungalow FG	726,29	291,38	36,35	8,64	254,67
4	Budynek „Klocki”	844,56	312,80	38,56	1,43	314,18
5	Budynek „Na sianie”	1848,14	732,81	76,24	7,16	548,35
6	Świetlica	333,28	104,15	21,03	0,97	140,12
7	Budynek zaplecza technicznego	1298,28	650,89	38,69	1,61	218,25
SUMA		6866,27	2820,47	295,43	37,09	2075,47

## 7. Optymalizacja energetyczno-ekonomiczna przedsięwzięć termomodernizacyjnych

### 7.1. Warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Obecny system energetyczny budynków Wojewódzkiego Ośrodka Sportu i Rekreacji w Drzonkowie oparty jest głównie o konwencjonalne technologie wytwarzania energii, bazujące na paliwach kopalnianych. Potrzeby cieplne budynków zabezpieczane są z centralnej kotłowni opalanej gazem ziemnym (prócz budynku zaplecza technicznego, który częściowo zasilany jest z powietrznej pompy ciepła). Energia elektryczna dostarczana jest z sieci elektroenergetycznej.

W Wojewódzkim Ośrodku Sportu i Rekreacji w Drzonkowie jest wciąż zbyt mało rozwiązań opartych na odnawialnych źródłach energii. Koszty eksploatacyjne systemu grzewczego, który bazuje na energii odnawialnej są dużo niższe niż konwencjonalnych źródeł energii. Jednak koszty inwestycyjne w systemy oparte na OZE są wyższe.

W warunkach Wojewódzkiego Ośrodka Sportu i Rekreacji w Drzonkowie, który jest obiektem zdecentralizowanym istnieją warunki do stworzenia w ramach termomodernizacji, zdecentralizowanych źródeł energii bazujących na OZE. Rozwiązania te, wiązałyby się z koniecznością przebudowy oraz budowy nowych źródeł ciepła, odbiorników ciepła oraz systemów wentylacji.



Źródła ciepła, w którym odbiornikami ciepła są systemy niskotemperaturowe są znacznie tańsze w eksploatacji niż odbiorniki wysokotemperaturowe. Jednocześnie brak jest możliwości podłączenia obiektu Wojewódzkiego Ośrodka Sportu i Rekreacji w Drzonkowie do miejskiej sieci ciepłowniczej.

Na podstawie pozyskanych danych oraz przeprowadzonej analizy istniejącego systemu energetycznego proponuje się następujące warianty umożliwiające poprawę efektywności energetycznej obiektu Wojewódzkiego Ośrodka Sportu i Rekreacji w Drzonkowie.

#### **Wariant I**

Proponowane według wariantu I rozwiązania termomodernizacyjne dotyczą wszystkich elementów dostarczania energii do obiektu Wojewódzkiego Ośrodka Sportu i Rekreacji, jak i ograniczenia start energii. Proponuje się wymianą centralnej kotłowni gazowej na zdecentralizowane źródła c.o. i c.w.u. w każdym budynku (oprócz budynku zaplecza technicznego) jakimi są pompy ciepła oraz wymianę odbiorników ciepła na systemy niskotemperaturowe. Ponadto zaleca się modernizację wszystkich przegród zewnętrznych poprzez docieplenie w każdym budynku ścian zewnętrznych, dachów oraz podłóg na gruncie, oraz wymianę stolarki okiennej i drzwiowej. Dodatkowo w celu redukcji zapotrzebowania na energię pierwotną wprowadza się zasilanie elektryczne z elektrowni fotowoltaicznej.

#### **Wariant II**

Proponowane według wariantu II rozwiązania termomodernizacyjne dotyczą wymiany centralnej kotłowni gazowej na zdecentralizowane odnawialne źródła c.o. i c.w.u. w każdym budynku (oprócz budynku zaplecza technicznego) jakimi są pompy ciepła oraz wymianę odbiorników ciepła na systemy niskotemperaturowe. Ponadto zaleca się modernizację wszystkich przegród zewnętrznych poprzez docieplenie w każdym budynku ścian zewnętrznych, dachów oraz podłóg na gruncie, oraz wymianę stolarki okiennej. Dodatkowo w celu redukcji zapotrzebowania na energię pierwotną wprowadza się zasilanie elektryczne z elektrowni fotowoltaicznej.

#### **Wariant III**

Proponowane według wariantu III rozwiązania termomodernizacyjne dotyczą wymiany centralnej kotłowni gazowej na zdecentralizowane odnawialne źródła c.o. i c.w.u. w każdym budynku (oprócz budynku zaplecza technicznego) jakimi są pompy ciepła oraz wymianę odbiorników ciepła na systemy niskotemperaturowe. Ponadto zaleca się modernizację przegród zewnętrznych poprzez docieplenie w każdym budynku dachów oraz podłóg na gruncie, oraz wymianę stolarki okiennej. Dodatkowo w celu redukcji zapotrzebowania na energię pierwotną wprowadza się zasilanie elektryczne z elektrowni fotowoltaicznej.

#### **Wariant IV**

Proponowane według wariantu IV rozwiązania termomodernizacyjne dotyczą wymiany centralnej kotłowni gazowej na zdecentralizowane odnawialne źródła c.o. i c.w.u. w każdym budynku (oprócz budynku zaplecza technicznego) jakimi są pompy ciepła oraz wymianę odbiorników ciepła na systemy niskotemperaturowe. Ponadto zaleca się modernizację przegród zewnętrznych poprzez docieplenie w każdym budynku dachów oraz podłóg na gruncie, oraz częściową wymianę stolarki okiennej.





Dodatkowo w celu redukcji zapotrzebowania na energię pierwotną wprowadza się zasilanie elektryczne z elektrowni fotowoltaicznej.

#### **Wariant V**

Proponowane według wariantu V rozwiązania termomodernizacyjne dotyczą wymiany centralnej kotłowni gazowej na zdecentralizowane odnawialne źródła c.o. i c.w.u. w każdym budynku (oprócz budynku zaplecza technicznego) jakimi są pompy ciepła oraz wymianę odbiorników ciepła na systemy niskotemperaturowe. Ponadto zaleca się modernizację przegród zewnętrznych poprzez docieplenie w każdym budynku dachów oraz podłóg na gruncie. Dodatkowo w celu redukcji zapotrzebowania na energię pierwotną wprowadza się zasilanie elektryczne z elektrowni fotowoltaicznej.

#### **Wariant VI**

Proponowane według wariantu VI rozwiązania termomodernizacyjne dotyczą wymiany centralnej kotłowni gazowej na zdecentralizowane odnawialne źródła c.o. i c.w.u. w każdym budynku (oprócz budynku zaplecza technicznego) jakimi są pompy ciepła oraz wymianę odbiorników ciepła na systemy niskotemperaturowe. Ponadto zaleca się modernizację przegrody zewnętrznej poprzez docieplenie w każdym budynku podłogi na gruncie. Dodatkowo w celu redukcji zapotrzebowania na energię pierwotną wprowadza się zasilanie elektryczne z elektrowni fotowoltaicznej.

#### **Wariant VII**

Proponowane według wariantu VII rozwiązania termomodernizacyjne dotyczą wymiany centralnej kotłowni gazowej na zdecentralizowane odnawialne źródła c.o. i c.w.u. w każdym budynku (oprócz budynku zaplecza technicznego) jakimi są pompy ciepła. Dodatkowo w celu redukcji zapotrzebowania na energię pierwotną wprowadza się zasilanie elektryczne z elektrowni fotowoltaicznej.

#### **Wariant VIII**

Proponowane według wariantu VIII rozwiązania termomodernizacyjne dotyczą wymiany centralnej kotłowni gazowej na zdecentralizowane odnawialne źródła c.o. w każdym budynku (oprócz budynku zaplecza technicznego) jakimi są pompy ciepła. Dodatkowo w celu redukcji zapotrzebowania na energię pierwotną wprowadza się zasilanie elektryczne z elektrowni fotowoltaicznej.

## **8. Opis rozwiązań techniczno – technologicznych przyjętych w poszczególnych wariantach**

### **8.1. Źródła ciepła**

Audyt energetyczny budynków Wojewódzkiego Ośrodka Sportu i Rekreacji w Drzonkowie zakłada zastosowania sprężarkowych inwerterowych pomp ciepła glikol/woda, pracujących w układzie monowalentnym, dla których dolnym źródłem ciepła będzie pionowy, gruntowy wymiennik ciepła w postaci odwiertu z zastosowaniem sond w postaci podwójnej U-rurki w celu zapewnienia



prawidłowego przepływu. każdego z poszczególnych budynków obiektu WOSIR Drzonków. Przewiduje się wykonanie odrębnej instalacji pompy ciepła dla każdego z obiektów, która będzie pracowała niezależnie od pozostałych instalacji.

Parametry funkcjonalne i wydajnościowe zastosowanych pomp ciepła powinny być nie gorsze niż:

- maksymalna temperatura zasilania c.o. nie mniej niż  $65^{\circ}\text{C} \pm 5\%$ ,
- COP nie mniej niż  $4,60 \pm 5\%$  dla B0/W35 według PN-EN 14511,
- sprężarka typu „Scroll”,
- wbudowany zasobnik c.w.u o pojemności 180l ,  $\pm 5\%$ ,
- czynnik chłodniczy R410A, nie więcej niż 2kg  $\pm 5\%$
- podgrzewacz pomocniczy elektryczny o mocy 3/6/9kW,
- moduł chłodzenia pasywnego/aktywnego,
- zintegrowany układ automatyki pogodowej,
- możliwość współpracy w układzie BMS,
- wbudowane pompy obiegowe górne i dolnego źródła,
- regulowana moc grzewcza od 4kW  $\pm 5\%$  do 17kW  $\pm 5\%$ ,

Oczekuje się, że wykonane zostaną pionowe wymienniki gruntowe dla każdego z budynku wchodzącego w skład obiektów WOSIR Drzonków odrębnie, stanowiące dolne źródło dla pomp ciepła. Ilość odwiertów dla poszczególnych pomp ciepła, zasilających budynki obiektu WOSIR, dobrane zostały następująco:

- obiekty „Bungalow A,B,C,D,E,F,G”, Świetlica - jeden odwiert dla każdego z obiektów podłączony bezpośrednio do gruntowej inwerterowej pompy ciepła,
- obiekt typu „Budynek Klocki” - 2 odwierty każdy na głębokość 250mb w postaci podwójnej U-rurki, podłączony bezpośrednio do gruntowej inwerterowej pompy ciepła,
- obiekt typu „Budynek na Sianie” - 5 odwiertów, każdy na głębokość 250mb w postaci podwójnej U-rurki, podłączony poprzez studnię zbiorczą wyposażoną w rotometry regulacyjne do gruntowej inwerterowej pompy ciepła lub kaskady gruntowych inwerterowych pomp ciepła.

Audyt energetyczny wymaga również zastosowania do produkcji ciepłej wody użytkowej pojemnościowych podgrzewaczy wody zasilanych przez poszczególne pompy ciepła. Dla każdego z poszczególnych budynków obiektu WOSIR Drzonków przewiduje się wykonanie odrębnej instalacji wytwarzania ciepłej wody użytkowej w pojemnościowym podgrzewaczu wody.

Zastosowane pojemnościowe podgrzewacze wody powinny posiadać parametry funkcjonalne i wydajnościowe nie gorsze niż:

Dla budynków:





### **„Bungalow A,B,C,D,E,F,G”, „Budynek klocki” - 2szt**

- pojemność co najmniej 180 dm<sup>3</sup> ±5%,
- ciśnienie maksymalne nie mniejsze niż 10 bar,
- temperatura maksymalna ciepłej wody nie mniejsza niż 85°C, zbiornik stalowy, nierdzewny,
- współpraca z stopniową grzałką elektryczną o mocy co najmniej 3/6/9 kW.

### **„Budynek na Sianie”**

- pojemność co najmniej 700 dm<sup>3</sup> ±5%,
- ciśnienie maksymalne nie mniejsze niż 10 bar,
- temperatura maksymalna ciepłej wody nie mniejsza niż 85°C, zbiornik stalowy, nierdzewny,
- współpraca z stopniową grzałką elektryczną o mocy co najmniej 12/24/36 kW.

Przewiduje się modernizację istniejących instalacji wewnętrznych centralnego ogrzewania w poszczególnych budynkach obiektu WOSIR Drzonków, polegającą na wymianie istniejącego systemu grzewczego na niskotemperaturowy. Wymianie podlegają istniejące grzejniki na klimakonwektory pracujące na temperaturach 55/45/10 °C, oraz na ogrzewanie podłogowe na parterach budynków. Ruraz instalacji grzewczej należy wykonać w systemie złąbek zaciskowych lub stali ocynkowanej w systemie zaprasowywanym. Rury izolować cieplnie zgodnie z WT2021 przy użyciu otulin o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda$  nie większym niż 0,035 W/(m\*K).

## **8.2. Źródła energii elektrycznej**

Głównym celem modernizacji instalacji jest zmniejszenie ilości oraz kosztów zużycia energii oraz redukcja emisji szkodliwych gazów do atmosfery. Zarówno efekt ekonomiczny, jak i ekologiczny możliwy jest do uzyskania dzięki zmniejszeniu zapotrzebowania na energię pierwotną.

- W celu minimalizacji energochłonności systemu oświetlenia w obiektach zaleca się zmianę funkcjonującego systemu oświetlenia na oświetlenie energooszczędne w tym LED we wszystkich obiektach
- W celu zabezpieczenia odnawialnej energii pierwotnej na potrzeby modernizowanych obiektów zaleca się wprowadzenie zasilania obiektów w elektrowni fotowoltaicznej połączonej w systemie on-grid.
- W celu zabezpieczenia zasilania pomp ciepła należy dokonać modernizacji systemu wewnętrznych linii zasilających.

W tym celu oczekuje się, że zmodernizowane zostaną istniejące instalacje techniczne obiektu w niżej wymienionym zakresie:

- modernizacja instalacji elektrycznej wewnątrz budynków obiektu WOSIR w zakresie:
- wykonanie nowych wzl na odcinku od tablicy głównej do rozdzielni w pomieszczeniu technicznym pomp ciepła wraz z wykonaniem nowych rozdzielni dla instalacji pomp ciepła; Wymaga się zastosowania kabli żyłami miedzianym o przekroju wystarczającym dla występujących obciążeń.
- wzl wyposażyć w oddzielny przewód ochronny i neutralny,
- nowe rozdzielnie instalacji pomp ciepła wyposażyć w licznik zużytej energii elektrycznej przez pompę ciepła oraz pompę obiegową dolnego źródła ciepła.





Dla wskazanych obiektów należy zaprojektować i wykonać instalację fotowoltaiczną zgodnie z wymogami zawartymi w audycie. Moc instalacji fotowoltaicznej należy dobrać pod kątem produkcji energii elektrycznej w taki sposób aby produkcja energii w ciągu dnia w okresach jesienno – zimowych pokrywała zapotrzebowanie dzienne pomp ciepła i wewnętrznych odbiorników elektrycznych dla wymienionych budynków.

Znamionowa moc systemu fotowoltaicznego powinna być większa niż 180kWp. Energia produkowana przez instalacje fotowoltaiczne używana będzie na potrzeby:

- Oświetlenia wewnętrznego
- Systemu wentylacji
- Systemu pomp ciepła na potrzeby c.o. i c.w.u.
- Wewnętrznych odbiorników energii elektrycznej

Układ należy zabezpieczyć przed możliwością wyptywu energii do sieci zewnętrznej wprowadzając „router” energii. W przypadku wystąpienia nadwyżek energii w stosunku do zużycia energii na wskazanych w niniejszym opracowaniu obiektach należy zastosować układ automatycznego ograniczenia mocy na poszczególnych falownikach. W związku z potrzebą zabezpieczenia potrzeb energetycznych i rozliczenia mocy poszczególnych termomodernizowanych obiektów należy wyposażyć instalację w sekcyjny układ pomiarowy pozwalający na realizację funkcji energetycznych rozliczeń międzyobektowych. Grupę konwersji energii należy wykonać w oparciu o minimum 10 falowników.

Tabela 4 zapotrzebowanie elektryczne pomp ciepła na cele c.w.u. i c.o. w ujęciu profilu energetycznego

Nazwa	Zapotrzebowanie CO [kWh]	Zapotrzebowanie CWU [kWh]	Zapotrzebowanie CO i CWU [kWh]	CO - 1 z 6 miesięcy (kWh)	CO średnio na 1h [kWh]	CO nocne [kWh]	CO dziennie [kWh]	CO /miesiąc [kWh]	CWU dzień [kWh]	CWU 1 z 3 [kWh]
Bungalow A	9809,43	1101	10910,43	1634,91	68,12	88,56	47,68	91,75	3,06	1,02
Bungalow B	9809,43	1101	10910,43	1634,91	68,12	88,56	47,68	91,75	3,06	1,02
Bungalow C	9809,43	1101	10910,43	1634,91	68,12	88,56	47,68	91,75	3,06	1,02
Bungalow D	9809,43	1101	10910,43	1634,91	68,12	88,56	47,68	91,75	3,06	1,02
Bungalow E	9809,43	1101	10910,43	1634,91	68,12	88,56	47,68	91,75	3,06	1,02
Bungalow F	9809,43	1101	10910,43	1634,91	68,12	88,56	47,68	91,75	3,06	1,02
Bungalow G	9809,43	1101	10910,43	1634,91	68,12	88,56	47,68	91,75	3,06	1,02
BUDYNEK NA SIANIE	60119,79	3404	63523,79	10019,97	417,50	542,75	292,25	283,67	9,46	3,15
BUDYNEK KLOCKI	37102,35	2262	39364,35	6183,73	257,66	334,95	180,36	188,50	6,28	2,09
BUDYNEK ŚWIETLICA	18177,9	291	18468,9	3029,65	126,24	164,11	88,36	24,25	0,81	0,27
SUMA	184066,05	13664	197730,05	3067,77		166,17	89,48			

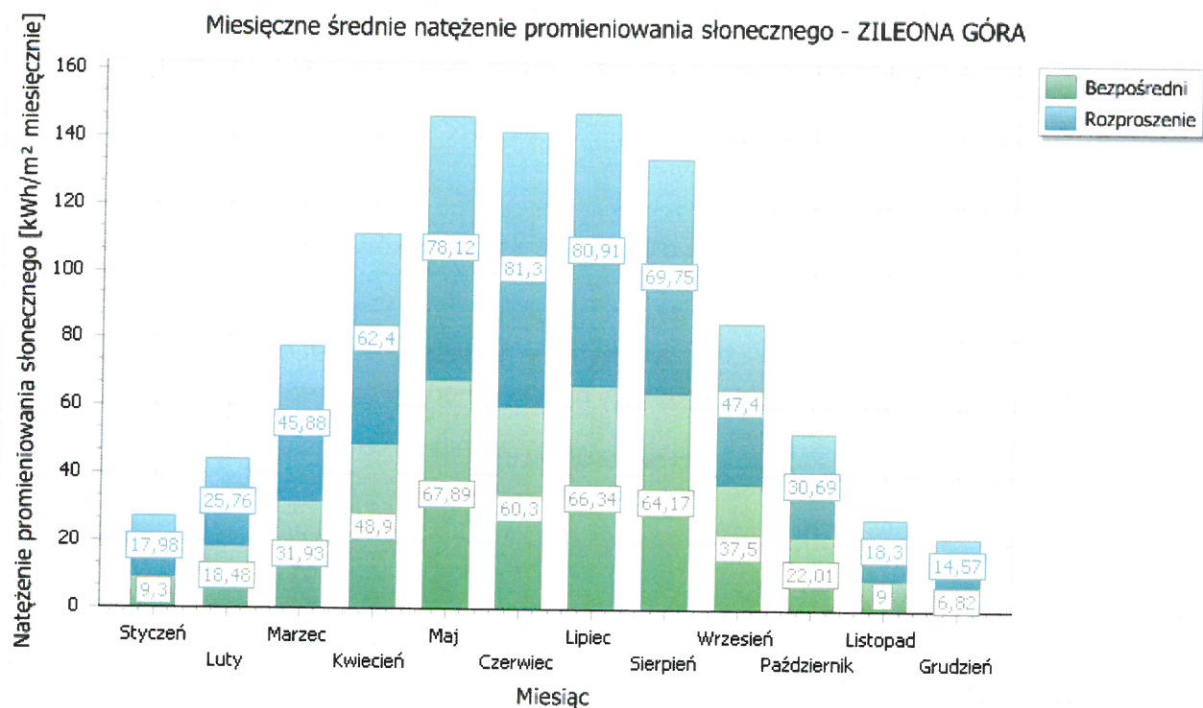
W związku z niedokładnym pokryciem profilu wytwarzania energii elektrycznej z fotowoltaiki i konsumpcji energii na potrzeby pomp ciepła zakłada się w obliczeniach audytów proporcjonalny układ zasilania pomp ciepła z sieci elektrycznej i instalacji fotowoltaicznej. Takie podejście niezbędne





jest do precyzyjnego określenie stopnia wykorzystania w obiektach energii z odnawialnych i nieodnawialnych źródeł energii a co za tym idzie stopnia zapotrzebowania na nieodnawialną EP.

W celu określenie pokrycia profili energetycznych wyznaczono średnie natężenie promieniowania słonecznego w lokalizacji Zielona Góra bazując na modelach natężenia NASA oraz profil zużycia i konsumpcji energii (przedstawione na poniższych wykresach).



Rysunek 3 Natężenie promieniowania słonecznego w lokalizacji Zielona Góra

Tabela 5 struktura wytwarzania i konsumpcji energii na potrzeby zasilania pomp ciepła

miesiąc	Zużycie [kWh]	Zużycie własne z instalacji PV [kWh]	Wytwarzanie energii z PV [kWh]	Wytworzone ciepło z pomp ciepła [kWh]
<b>Styczeń</b>	16151	4476	6991,50	79139,9
<b>Luty</b>	14593	4955	10569,60	71505,7
<b>Marzec</b>	16156	6392	16271,66	79164,4
<b>Kwiecień</b>	1080	720	21569,01	5292
<b>Maj</b>	1116	789	26953,42	5468,4
<b>Czerwiec</b>	1080	878	25348,68	5292
<b>Lipiec</b>	1116	898	26744,79	5468,4
<b>Sierpień</b>	1116	762	25594,96	5468,4
<b>Wrzesień</b>	1080	720	17317,17	5292
<b>Październik</b>	16156	5895	11950,80	79164,4

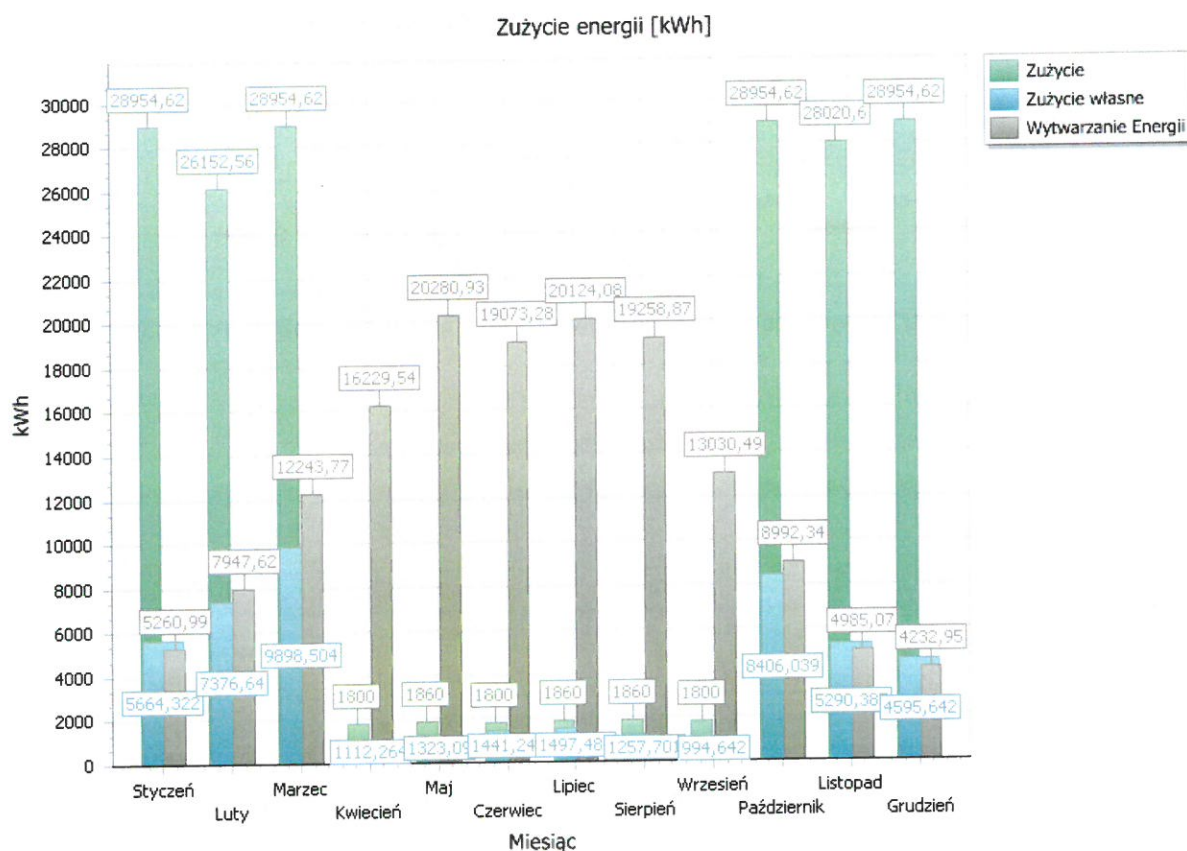


<b>Listopad</b>	15635	4540	6625,22	76611,5
<b>Grudzień</b>	16156	4178	5625,20	79164,4
<b>SUMA</b>	180971	48864	201562,00	882000

Analizując usytuowanie i rozmieszczenie obiektów dopuszcza się sytuację montażu instalacji fotowoltaicznej na inny m obiekcie niż termomodernizowanym ale należącym do kompleksu budynków WOSIR – Drzonków. Warunkiem zaliczenia takiego rozwiązania na poczet kwalifikacji jego uzysków w ujęciu termomodernizowanych obiektów jest wytworzenie osobnego pola zasilającego w rozdzielni głównej oraz doprowadzenie osobnego kabla przyłączającego energię z instalacji fotowoltaicznej. Dodatkowo należy zamontować router energii bazujący na pomiarach zużycia energii w zakresie:

- Pomiar energii pobieranej z sieci
- Pomiar energii konsumowanej na odpływach do budynków termomodernizowanych

Na tej podstawie należy przeprowadzić wewnętrzne bilansowanie sieci elektroenergetycznej zabezpieczając wpływ energii na obiekty i odpływy nietermomodernizowane.



Rysunek 4 Profil produkcji i zużycia energii z wykorzystaniem instalacji fotowoltaicznej.





Zakres prac dla instalacji fotowoltaicznych:

- Wykonanie koncepcji projektowanych instalacji dla poszczególnych obiektów lub jednej instalacji sekcyjnej dla wszystkich obiektów,
- Wykonanie dokumentacji projektowej i wykonawczej obejmującej wymienione w programie zadania;
- Opracowanie przedmiaru robót i specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót, jeżeli wymagane;
- Wykonanie ekspertyzy konstrukcyjnej i projektu dla posadowienia modułów fotowoltaicznych oraz innych elementów, jeżeli wymagane;
- Uzyskanie wszelkich opinii, uzgodnień, pozwoleń i innych dokumentów wymaganych przepisami, jeżeli wymagane;
- Wykonanie niezbędnych robót towarzyszących;

W instalacji należy zastosować falowniki mające na celu przetworzenie prądu stałego generatora PV na prąd przemienny sieci dystrybucyjnej. Odpowiednie do mocy zainstalowanej i typu modułów, umożliwiające odczyt parametrów, obsługujące protokół RS485 lub inny zapewniający współpracę z modułami wizualizacji danych.

Należy zastosować falowniki charakteryzujące się sprawnością minimum 98%. Falowniki winny być wyposażone w standardowe złączki, pozwalające w sposób szybki i bezpieczny dokonywać przyłączenia paneli przy jednoczesnym zachowaniu wysokiego stopnia ochrony. Zastosowane falowniki muszą charakteryzować się stopniem ochrony minimum IP65, uwzględniające należytą odporność na warunki atmosferyczne oraz wysokie bezpieczeństwo dla użytkowników. Falowniki winny zostać wyposażone w system kontroli izolacji w części DC, pozwalający eliminować wszelkie uszkodzenia w okablowaniu paneli jak również w samych panelach dając wysokie bezpieczeństwo użytkownika. Należy uwzględnić konieczność zastosowania odpowiedniej ilości falowników PV. Zastosowane falowniki mają być w pełni zautomatyzowane, posiadające własne zabezpieczenia oraz spełniające wymagane prawem normy. Należy przewidzieć środki do odłączania izolacyjnego falownika po stronie DC i AC.

Rozliczeniowy pomiar energii wprowadzonej/pobranej do/z sieci powinien zostać umiejscowiony w miejscu wskazanym i uzgodnionym przez operatora sieci dystrybucyjnej. Układ pomiarowy i sposób transmisji winien być uzgodniony z operatorem sieci dystrybucyjnej. Wykorzystując układy pomiarowe należy zabezpieczyć trafostację/rozdzielnie główną przed wypływem energii do sieci oraz na niemodernizowane obiekty. W związku z tym należy przewidzieć odpowiednie prace w obiekcie trafostacji/rozdzielni głównej.

### 8.3. System zarządzania energią

Obiekt należy wyposażyć w system pomiarowo – sterujący BMS pozwalający na realizację następujących funkcji:

- Zarządzanie energią cieplną w budynku poprzez zintegrowany system zarządzania pracą źródła ciepła, odbiorników i rozprowadzenia ciepła w obiekcie



- Zarządzania energią elektryczną w szczególności wyprodukowaną z odnawialnego źródła energii – instalacji fotowoltaicznej
- Monitoring i wizualizacja zużycia energii elektrycznej oraz ciepła
- Archiwizacja danych pomiarowych w postaci bazy danych z dostępem z poziomu wewnętrznej i zewnętrznej sieci internetowej

W tym celu należy zaprojektować i wykonać system w oparciu o :

- Analizatory sieci rejestrujące parametry elektryczne obiektu
- Liczniki zużycia ciepła na węźle centralnym i sekcyjne dla kondygnacji
- Układy wykonawcze programowania i zarządzania produkcją ciepła z źródła ciepła szczególnie w zakresie generowanych parametrów temperaturowych
- System zarządzania i archiwizacji danych oparty o jednostkę komputerową/sterującą z wewnętrznym układem pamięci

Wszystkie monitorowane zużycia mediów muszą mieć możliwość z poziomu systemu BMS:

- określania częstotliwości zapisu, archiwizowania i raportowania (fizyczne zapewnienie macierzy dyskowych dla archiwizowanych danych),
- wyznaczania określonych raportów zbiorczych za dane okresy,
- możliwości wykreślenia trendów za określony czas,
- wyznaczania (w danym okresie) wartości maksymalnych, minimalnych oraz uśrednionych,
- pełną wizualizację pomiarów,
- możliwość analizy („obróbki”) dzięki zaimplementowanym algorytmom analizy danych (określanie i wskazywanie potencjalnych błędów, awarii, zbyt dużego i nieekonomicznego zużycia energii, etc.)

System BMS w szczególności należy wyposażyć w układ zarządzania produkcją i konsumpcją energii elektrycznej z instalacji fotowoltaicznej. Regulacja eksportu energii do sieci musi występować w zakresie 0 - 100%. W tym celu należy wyposażyć główną rozdzielnię w analizatory zużycia energii w obiekcie komunikujące się z systemem BMS (komponentem blokera).

W związku z funkcjonowaniem na terenie WOSIR-u systemu e-drzonków, którego częścią jest System Precyzyjnego Rozliczenia Mediów należy wykonać system BMS kompatybilny z istniejącym rozwiązaniem.

#### 8.4. Wentylacja i klimatyzacja

Według audytu energetycznego w każdym budynku należy wykonać układ wentylacji mechanicznej oparty o centralną jednostkę wentylacyjną z odzyskiem ciepła o parametrach:

- krzyżowy wymiennik ciepła,





- odzysk ciepła do 95%,
- wentylator o klasie efektywności energetycznej A,
- strumień objętości powietrza do min 350 m<sup>3</sup>/h,
- funkcja zabezpieczania przed zamarzaniem, zegar oraz tryb urlopowy,
- możliwość sterowania za pomocą pompy ciepła,
- możliwość sterowania przez internet za pomocą aplikacji mobile,
- kontrola temperatury powietrza odpadowego jako ochrona przed wychłodzeniem,
- wskaźnik wymiany filtra,
- czujnik dymu uruchamiający wyłącznik bezpieczeństwa w razie pożaru,
- czujnik jakości powietrza monitorujący poziom CO<sub>2</sub> i wilgotność.

## 8.5. Termoizolacja obiektów pod kątem budowlanym

### Świetlica

W zakresie ogólnobudowlanym:

- ocieplenie ścian zewnętrznych wełną mineralną bądź styropianem a ścian fundamentowych styrodurem  $\lambda=0,035$  W/m<sup>2</sup>K, grubości 16 cm, na powierzchni 131 m<sup>2</sup>, elewację wykończyć tynkiem strukturalnym,
- wymiana obróbek blacharskich na nowe z blachy powlekanej grubości min 0,6mm
- wymiana rynien i rur spustowych na stalowe ocynkowane  $\varnothing$  150
- ocielenie dachu od strony wewnętrznej matami z wełny mineralnej  $\lambda=0,035$  W/m<sup>2</sup>K grubości 16 cm, na powierzchni 187,29 m<sup>2</sup>
- ocieplenie podłogi na gruncie płytami ze styropianu XPS,  $\lambda=0,035$  W/m<sup>2</sup>K grubości 10 cm,
- montaż okien zewnętrznych na nowe z PCV o uśrednionym współczynniku przenikania ciepła ramy oraz szyby  $U=0,9$  W/ m<sup>2</sup>\*K, okna istniejące drewniane oraz).
- wykonanie osobnego pomieszczenia na montaż pompy ciepła, ściany 12 cm z cegły pełnej
- wymiana drzwi wejściowych do budynku o uśrednionym współczynniku przenikania ciepła ramy oraz skrzydła drzwiowego  $U=1,3$  W/ m<sup>2</sup>\*K. Drzwi przeszklone o wymiarach jak istniejące, ocieplane
- wykonać montaż okna doświetlającego zgodnie z wymaganiami technicznymi dla budynków



- Wykorzystać komin do wyrzutu powietrza przez system wentylacyjny komin wykończyć z cegły pełnej klinkierowej klasy min 15 MPa i mrozoodporności F2 w kolorze czerwonym,
- Dostosować wymiar pomieszczenia pod lokalizację pompy ciepła wg wytycznych producenta pompy ciepła.

UWAGA:

W ściany budynku świetlicy wykazują spore zawilgocenie. Ścianę fundamentową przed ociepleniem należy osuszyć.

### Bungalow ABC

W zakresie termomodernizacji budowlanej:

- ocieplenie ścian zewnętrznych wraz ze ścianami fundamentowymi płytami styropianowymi  $\lambda=0,035 \text{ W/m}^2\text{K}$ , grubości 16 cm,
- skosy na elewacji frontowej obłożyć blachą gładką,
- wymiana obróbek blacharskich na nowe z blachy powlekanej grubości min 0,6 mm,
- wymiana rynien i rur spustowych na stalowe ocynkowane  $\varnothing 150$ ,
- wymiana okien z wykończeniem parapetów zewnętrznych z blachy stalowej powlekanej, z listwami PCV po bokach oraz parapetów wewnętrznych z PCV w kolorze białym,
- ocieplenia dachu spadzistego wełną mineralną  $\lambda=0,035 \text{ W/m}^2\text{K}$ , grubości 16 cm i pokrycie z zewnątrz blachą,
- ocieplenie podłogi na gruncie płytami ze styropianu XPS,  $\lambda=0,035 \text{ W/m}^2\text{K}$  grubości 10 cm,
- na poddaszu wymienić drzwi balkonowe umożliwiające wyjście na loggie,
- każdą loggie ocieplić styropianem twardym  $\lambda=0,035 \text{ W/m}^2\text{K}$ , grubości 16 cm i obłożyć płytkami ceramicznymi,
- odtworzenie po wykonaniu izolacji budynku i ścian barierkach ochronnych szt. 6, dł. ok. 6 m każda, oraz szt. 1 dł. ok. 2,8 m malowane proszkowo w kolorze szarym,
- wymiana okien zewnętrznych na nowe z PCV o uśrednionym współczynniku przenikania ciepła ramy oraz szyby  $U=0,9 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ . Stolarka okienna w pomieszczeniach sanitariatów winna posiadać obowiązkowo szyby piaskowane
- wymiana drzwi wejściowych do budynku o uśrednionym współczynniku przenikania ciepła ramy oraz skrzydła drzwiowego  $U=1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Drzwi przeszklone o wymiarach jak istniejące,
- wydzielenie z wiatrolapu pomieszczenia z wejściem od zewnątrz, przeznaczonego na montaż pomp ciepła





- uwzględnić prace związane z kaskadowym połączeniem pomp ciepła pomiędzy przyległymi bungalowami A,B,C

### **Bungalow DE**

W zakresie termomodernizacji budowlanej:

- ocieplenie ścian zewnętrznych wraz ze ścianami fundamentowymi płytami styropianowymi  $\lambda=0,035$  W/m<sup>2</sup>K, grubości 16 cm,
- ocieplenie ścian zewnętrznych ocieplonych wraz ze ścianami fundamentowymi płytami styropianowymi  $\lambda=0,035$  W/m<sup>2</sup>K, grubości 16 cm,

UWAGA:

Przed przystąpieniem do termomodernizacji ściany wcześniej ocieplonej, zaleca się usunięcie istniejącej izolacji termicznej

- skosy na elewacji frontowej obłożyć blachą gładką
- wymiana obróbek blacharskich na nowe z blachy powlekanej grubości min 0,6mm
- wymiana rynien i rur spustowych na stalowe ocynkowane  $\varnothing$  150
- wymiana okien z wykończeniem parapetów zewnętrznych z blachy stalowej powlekanej, z listwami PCV po bokach oraz parapetów wewnętrznych z PCV w kolorze białym
- ocieplenia dachu spadzistego wełną mineralną  $\lambda=0,035$  W/m<sup>2</sup>K, grubości 16 cm i pokrycie z zewnątrz blachą
- ocieplenie podłogi na gruncie płytami ze styropianu XPS,  $\lambda=0,035$  W/m<sup>2</sup>K grubości 10 cm,
- na poddaszu w miejsce okien szerokości 90 cm wstawić drzwi balkonowe umożliwiające wyjście na loggie,
- każdą loggie ocieplić styropianem twardym  $\lambda=0,035$  W/m<sup>2</sup>K, grubości 16 cm i obłożyć płytkami ceramicznymi na powierzchni ok. 22,5 m<sup>2</sup>,
- odtworzenie po wykonaniu izolacji budynku i ścian barierok ochronnych szt. 8, dł. ok. 2,8 m każda,
- wymiana okien zewnętrznych na nowe z PCV o uśrednionym współczynniku przenikania ciepła ramy oraz szyby  $U=0,9$  W/ m<sup>2</sup>K. Stolarka okienna w pomieszczeniach sanitariatów winna posiadać obowiązkowo szyby piaskowane
- wymiana drzwi wejściowych do budynku o uśrednionym współczynniku przenikania ciepła ramy oraz skrzydła drzwiowego  $U=1,3$  W/ m<sup>2</sup>K. Drzwi przeszklone o wymiarach jak istniejące,
- wydzielenie z wiatrołapu pomieszczenia z wejściem od zewnątrz, przeznaczonego na montaż pomp ciepła



- uwzględnić prace związane z kaskadowym połączeniem pomp ciepła pomiędzy bungalowami D,E

### **Bungalow FG**

W zakresie ogólnobudowlanym:

- ocieplenie ścian zewnętrznych wraz ze ścianami fundamentowymi płytami styropianowymi  $\lambda=0,035$  W/m<sup>2</sup>K, grubości 16 cm,
- wymiana obróbek blacharskich na nowe z blachy powlekanej grubości min 0,6mm,
- wymiana rynien i rur spustowych na stalowe ocynkowane  $\varnothing$  150 w kolorze brązowym
- wymiana okien z wykończeniem parapetów zewnętrznych z blachy stalowej powlekanej, z listwami PCV po bokach oraz parapetów wewnętrznych z PCV w kolorze białym
- skosy na elewacji frontowej obłożyć blachą gładką
- ocieplenia dachu spadzistego wełną mineralną  $\lambda=0,035$  W/m<sup>2</sup>K, grubości 16 cm i pokrycie z zewnątrz blachą
- ocieplenie podłogi na gruncie płytami ze styropianu XPS,  $\lambda=0,035$  W/m<sup>2</sup>K grubości 10 cm,
- na poddaszu w miejsce okien szerokości 90 cm wstawić drzwi balkonowe umożliwiające wyjście na loggie,
- każdą loggie ocieplić styropianem twardym  $\lambda=0,035$  W/m<sup>2</sup>K, grubości 16 cm i obłożyć płytkami ceramicznymi,
- odtworzenie po wykonaniu izolacji budynku i ścian barierok ochronnych szt. 8, dł. ok. 2,8 m każda,
- wymiana okien zewnętrznych na nowe z PCV o uśrednionym współczynniku przenikania ciepła ramy oraz szyby  $U=0,9$  W/ m<sup>2</sup>K. Stolarka okienna w pomieszczeniach sanitariatów winna posiadać obowiązkowo szyby piaskowane,
- wymiana drzwi wejściowych do budynku o uśrednionym współczynniku przenikania ciepła ramy oraz skrzydła drzwiowego  $U=1,3$  W/ m<sup>2</sup>K. Drzwi przeszklone o wymiarach jak istniejące,
- wydzielenie z wiatrołapu pomieszczenia z wejściem od zewnątrz, przeznaczonego na montaż pomp ciepła,
- uwzględnić prace związane z kaskadowym połączeniem pomp ciepła pomiędzy bungalowami F,G.

### **Budynek „na sianie”**

W zakresie termomodernizacji budowlanej:





- ocieplenie ścian zewnętrznych wraz ze ścianami fundamentowymi płytami styropianowymi  $\lambda=0,035 \text{ W/m}^2\text{K}$ , grubości 16 cm,
- wymiana obróbek blacharskich na nowe z blachy powlekanej grubości min 0,6mm,
- wymiana rynien i rur spustowych na stalowe ocynkowane  $\varnothing 150$ ,
- wymiana okien z wykończeniem parapetów zewnętrznych z blachy stalowej powlekanej, z listwami PCV po bokach oraz parapetów wewnętrznych z PCV w kolorze białym,
- uwzględnić ewentualną wymianę konstrukcji dachowej z uwagi na montaż paneli fotowoltaicznych (wymiana belek drewnianych stanowiących konstrukcję nośną dachu),
- wymiana płyt dachowych warstwowych na nowe z rdzeniem z wełny mineralnej o wys. min 16 cm,
- modernizacja dachu zgodnie z audytem (zlicowanie z powierzchnią dachu) przeszklonej wieży widokowej opartej na ścianach klatki schodowej powodującej znaczne straty energetyczne,
- wymiana okien zewnętrznych na nowe z PCV o uśrednionym współczynniku przenikania ciepła ramy oraz szyby  $U=0,9 \text{ W/ m}^2\text{K}$ ,
- wymiana drzwi wejściowych do budynku o uśrednionym współczynniku przenikania ciepła ramy oraz skrzydła drzwiowego  $U=1,3 \text{ W/ m}^2\text{K}$ . Drzwi przeszklone o wymiarach jak istniejące,
- ocieplenie podłogi na gruncie płytami ze styropianu XPS,  $\lambda=0,035 \text{ W/m}^2\text{K}$  grubości 10 cm,
- wydzielenie na parterze osobnego pomieszczenia na montaż 4 pomp ciepła

### **Budynek „Klocki”**

W zakresie termomodernizacji budowlanej:

- ocieplenie ścian zewnętrznych wraz ze ścianami fundamentowymi płytami styropianowymi  $\lambda=0,035 \text{ W/m}^2\text{K}$ , grubości 16 cm,
- wymiana obróbek blacharskich na nowe z blachy powlekanej grubości min 0,6mm,
- wymiana rynien i rur spustowych na stalowe ocynkowane  $\varnothing 150$ ,
- wymiana okien z wykończeniem parapetów zewnętrznych z blachy stalowej powlekanej, z listwami PCV po bokach oraz parapetów wewnętrznych z PCV w kolorze białym,
- ocieplenia dachu płaskiego drewnianego od wewnątrz wełną mineralną  $\lambda=0,035 \text{ W/m}^2\text{K}$ , grubości 16 cm, z zastosowaniem wytycznych p.poż. oddzielającego strefę ujeżdżalni od strefy mieszkalnej,
- wymiana okien zewnętrznych na nowe z PCV o uśrednionym współczynniku przenikania ciepła ramy oraz szyby  $U=0,9 \text{ W/ m}^2\text{K}$ . wymiana drzwi wejściowych do budynku o uśrednionym



współczynnika przenikania ciepła ramy oraz skrzydła drzwiowego  $U=1,3 \text{ W/ m}^2\text{K}$ . Drzwi przeszklone o wymiarach jak istniejące, ocieplane,

- ocieplenie podłogi na gruncie płytami ze styropianu XPS,  $\lambda=0,035 \text{ W/m}^2\text{K}$  grubości 10 cm,
- przebudowa zespołów wejściowych do poszczególnych pomieszczeń z wydzieleniem osobnych pomieszczeń do montażu pomp ciepła.

### **Budynek zaplecza technicznego**

W zakresie termomodernizacji budowlanej:

- ocieplenie ścian zewnętrznych wraz ze ścianami fundamentowymi płytami styropianowymi  $\lambda=0,035 \text{ W/m}^2\text{K}$ , grubości 18 cm,
- wymiana obróbek blacharskich na nowe z blachy powlekanej grubości min 0,6mm
- wymiana rynien i rur spustowych na stalowe ocynkowane  $\varnothing 150$
- ocieplenia stropodachu niewentylowanego styropapą  $\lambda=0,035 \text{ W/m}^2\text{K}$ , grubości 22 cm,
- wymiana okien zewnętrznych na nowe z PCV o uśrednionym współczynniku przenikania ciepła ramy oraz szyby  $U=0,9 \text{ W/ m}^2\text{K}$ . Po wykonaniu wymiany odtworzyć zabezpieczenie okien na parterze w postaci krat,
- wymiana drzwi wejściowych do budynku o uśrednionym współczynniku przenikania ciepła ramy oraz skrzydła drzwiowego  $U=1,3 \text{ W/ m}^2\text{K}$ . Drzwi przeszklone o wymiarach jak istniejące, ocieplane.

## **9. Określenie nakładów inwestycyjnych dla poszczególnych wariantów**

Nakłady inwestycyjne poszczególnych wariantów zostały dobrane po konsultacjach z firmami budowlanymi, instalacji sanitarnych oraz fotowoltaicznych. Dzięki temu, można wnioskować, iż przedstawione poniżej nakłady są rzeczywiste, bądź bardzo zbliżone do rzeczywistych.





Tabela 6 Nakłady inwestycyjne według wariantu I

Wariant 1		
Lp.	Usprawnienie	Koszt [PLN]
1	Modernizacja przegrody Podłoga na gruncie	1 230 895,90
2	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	757 074,13
3	Modernizacja przegrody DZ 1 Zamiana 'Wentylacja grawitacyjna' na 'Wentylacja z odzyskiem'	283 933,33
4	Modernizacja przegrody OZ 2 Zamiana 'Wentylacja grawitacyjna' na 'Wentylacja z odzyskiem'	196 493,75
5	Modernizacja przegrody Dach	981 114,55
6	Modernizacja przegrody OZ 1 Zamiana 'Wentylacja grawitacyjna' na 'Wentylacja z odzyskiem'	692 910,68
7	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	3 064 094,60
8	Modernizacja systemu grzewczego wraz z instalacją PV	2 634 043,60
Całkowity koszt		<b>9 840 560,40</b>

Tabela 7 Nakłady inwestycyjne według wariantu II

Wariant 2		
Lp.	Usprawnienie	Koszt [PLN]
1	Modernizacja przegrody Podłoga na gruncie	1 230 895,90
2	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	757 074,13
3	Modernizacja przegrody OZ 2 Zamiana 'Wentylacja grawitacyjna' na 'Wentylacja z odzyskiem'	196 493,75
4	Modernizacja przegrody Dach	981 114,55
5	Modernizacja przegrody OZ 1 Zamiana 'Wentylacja grawitacyjna' na 'Wentylacja z odzyskiem'	692 910,68
6	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	2 738 900,30
7	Modernizacja systemu grzewczego	2 634 043,60
Całkowity koszt		<b>9 231 432,80</b>



Tabela 8 Nakłady inwestycyjne według wariantu III

Wariant 3		
Lp.	Usprawnienie	Koszt [PLN]
1	Modernizacja przegrody Podłoga na gruncie	1 230 896,00
2	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	757 074,10
3	Modernizacja przegrody OZ 2 Zamiana 'Wentylacja grawitacyjna' na 'Wentylacja z odzyskiem'	196 493,80
4	Modernizacja przegrody Dach	981 114,60
5	Modernizacja przegrody OZ 1 Zamiana 'Wentylacja grawitacyjna' na 'Wentylacja z odzyskiem'	692 910,70
6	Modernizacja systemu grzewczego	2 634 044,00
Całkowity koszt		<b>6 492 533,00</b>

Tabela 9 Nakłady inwestycyjne według wariantu IV

Wariant 4		
Lp.	Usprawnienie	Koszt [PLN]
1	Modernizacja przegrody Podłoga na gruncie	1 230 896,00
2	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	757 074,10
3	Modernizacja przegrody Dach	981 114,60
4	Modernizacja przegrody OZ 1 Zamiana 'Wentylacja grawitacyjna' na 'Wentylacja z odzyskiem'	692 910,70
5	Modernizacja systemu grzewczego	2 634 044,00
Całkowity koszt		<b>6 296 039,00</b>





Tabela 10 Nakłady inwestycyjne według wariantu V

<b>Wariant 5</b>		
<b>Lp.</b>	<b>Usprawnienie</b>	<b>Koszt [PLN]</b>
1	Modernizacja przegrody Podłoga na gruncie	1 230 896,00
2	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	757 074,10
3	Modernizacja przegrody Dach	981 114,60
4	Modernizacja systemu grzewczego	2 634 044,00
Całkowity koszt		<b>5 603 128,10</b>

Tabela 11 Nakłady inwestycyjne według wariantu VI

<b>Wariant 6</b>		
<b>Lp.</b>	<b>Usprawnienie</b>	<b>Koszt [PLN]</b>
1	Modernizacja przegrody Podłoga na gruncie	1 230 896,00
2	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	757 074,10
3	Modernizacja systemu grzewczego	2 634 044,00
Całkowity koszt		<b>4 622 014,00</b>

Tabela 12 Nakłady inwestycyjne według wariantu VII

<b>Wariant 7</b>		
<b>Lp.</b>	<b>Usprawnienie</b>	<b>Koszt [PLN]</b>
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	757 074,13
2	Modernizacja systemu grzewczego	2 634 044,00
Całkowity koszt		<b>3 391 118,13</b>

Tabela 13 Nakłady inwestycyjne według wariantu VIII

<b>Wariant 8</b>		
<b>Lp.</b>	<b>Usprawnienie</b>	<b>Koszt [PLN]</b>
1	Modernizacja systemu grzewczego	2 634 044,00
Całkowity koszt		<b>2 634 044,00</b>



## 10. Bilans energetyczny analizowanych obiektów wg wariantu optymalnego

### 10.1. Wybór wariantu optymalnego

Wariantem optymalnym danego przedsięwzięcia jest wariant I. Został on wybrany, ze względu na oszczędności energii po przeprowadzeniu gruntowej termomodernizacji oraz ze względu na możliwości finansowe Zamawiającego. W poniższej tabeli przedstawiony został wariant optymalny. Wynika z niego, że termomodernizacji ulegną wszystkie przegrody zewnętrzne budynków Wojewódzkiego Ośrodka Sportu i Rekreacji w Drzonkowie (dachy, ściany zewnętrzne, podłogi na gruncie), stolarka okienna i drzwiowa oraz system ciepłowniczy, który zostanie zamieniony na odnawialne źródła energii jakimi są gruntowe pompy ciepła na potrzeby c.o. i c.w.u. Dodatkowo gruntowe pompy ciepła będą pozyskiwać energię elektryczną na swoje potrzeby z instalacji fotowoltaicznych zainstalowanych na dachach poszczególnych budynków objętych niniejszym audytem energetycznym. Należy tu jednak zwrócić uwagę na budynek zaplecza technicznego, który ze względu na posiadana miejscową kotłownię gazową wspomaganą powietrzną pompą ciepła, nie planuje się w nim wymiany źródła ciepła, ani też termomodernizacji podłogi na gruncie.

Tabela 14 Nakłady inwestycyjne według wariantu optymalnego

Wariant optymalny		
Lp.	Usprawnienie	Koszt [PLN]
1	Modernizacja przegrody Podłoga na gruncie	1 230 895,90
2	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	757 074,13
3	Modernizacja przegrody DZ 1 Zamiana 'Wentylacja grawitacyjna' na 'Wentylacja z odzyskiem'	283 933,33
4	Modernizacja przegrody OZ 2 Zamiana 'Wentylacja grawitacyjna' na 'Wentylacja z odzyskiem'	196 493,75
5	Modernizacja przegrody Dach	981 114,55
6	Modernizacja przegrody OZ 1 Zamiana 'Wentylacja grawitacyjna' na 'Wentylacja z odzyskiem'	692 910,68
7	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	3 064 094,60
8	Modernizacja systemu grzewczego	2 634 043,60
Całkowity koszt		<b>9 840 560,40</b>





Wymagane wartości współczynnika przenikania ciepła  $U_{c(max)}$  po termomodernizacji zostały przedstawione w poniższej tabeli.

Tabela 15 Wymagane wartości współczynnika przenikania ciepła  $U_{c(max)}$

Lp.	Przegroda	Współczynnik przenikania ciepła $U_{c(max)}$ [W/(m <sup>2</sup> *K)]
1	Ściana zewnętrzna	0,20
2	Dach	0,18
3	Podłoga na gruncie	0,30
4	Okna	0,9
5	Drzwi	1,3

## 10.2. Zestawienie efektu rzeczowo – ekologicznego termomodernizowanego budynku

W tabeli 14 przedstawione zostały wartości poszczególnych parametrów przed i po termomodernizacji obiektu Wojewódzkiego Ośrodka Sportu i Rekreacji w Drzonkowie. Można wywnioskować, że efekt termomodernizacyjny zostanie osiągnięty, dzięki obniżeniu zapotrzebowania obiektu na energię o 878,23 MWh/rok. Tak duże oszczędności energii wynikają z wykorzystania do zasilania w energię cieplną poszczególnych budynków gruntowych pomp ciepła wspomaganych instalacją fotowoltaiczną. Ponadto obniżeniu ulegnie emisja CO<sub>2</sub> o 297,59 tony/rok i tym samym zostanie osiągnięty efekt ekologiczny przedsięwzięcia. Wskaźnik EP obiektu na potrzeby ogrzewania, wentylacji oraz przygotowywania ciepłej wody użytkowej wyniesie 73,34 kWh/m<sup>2</sup>\*rok, przy czym obecnie dla budynków użyteczności publicznej wymaga wartość wskaźnika energii pierwotnej wynosi 115 kWh/m<sup>2</sup>\*rok.



Tabela 16 Zestawienie efektu rzeczowo – ekologicznego termomodernizowanego budynku

Lp.	Wyszczególnienie	Jednostka	Wartość parametru		
			Wartość przed rozpoczęciem zadania	Wartość po zakończeniu zadania	
1	Zapotrzebowanie obiektu na energię w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu.	MWh/rok	970,61	92,38	
2	Wartość wskaźnika EP <sup>1</sup> dla termomodernizowanego obiektu.	kWh/m <sup>2</sup> *rok	Na potrzeby ogrzewania, wentylacji oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej	617,04	73,34
			Na potrzeby chłodzenia	-	-
			Na potrzeby oświetlenia	17,50	1,94
3	Emisja CO <sub>2</sub>	tony/rok	344,76	47,17	
4.	Nakłady finansowe przeznaczone na realizację usprawnień związanych z podniesieniem efektywności energetycznej obiektu <sup>2</sup>	PLN	<b>9 840 560,40</b>		

<sup>1</sup> Wskaźnik EP tj. roczne obliczeniowe zapotrzebowanie budynku na nieodnawialną energię pierwotną do ogrzewania, wentylacji, chłodzenia, przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz oświetlenia, określony zgodnie z rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 5 lipca 2013 r. zmieniającym rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.

<sup>2</sup> Przy obliczeniach należy uwzględnić wyłącznie koszty kwalifikowane projektu związane z pracami termomodernizacyjnymi.





## 11. Podsumowanie i rekomendacje

Audyt energetyczny wykonany na potrzeby termomodernizacji obiektu Wojewódzkiego Ośrodka Sportu i Rekreacji w Drzonkowie wykazał zły stan budynków w obiekcie. Straty energii przez przegrody poszczególnych budynków były duże, natomiast wykorzystywanie centralnej kotłowni gazowej na potrzeby c.o. i c.w.u. okazało się nieoptyczne. Ponadto, należy stwierdzić niedostateczne wykorzystanie odnawialnych źródeł energii, które pozwoliłoby na duże oszczędności w eksploatacji obiektu oraz obniżenie emisji CO<sub>2</sub>.

Po dogłębnej analizie zaleca się docieplenie wszystkich przegród w budynku oraz wymianę stolarki okiennej i drzwiowej do osiągnięcia wartości współczynnika przenikania ciepła  $U_{C(max)}$  z Obwieszczenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 17 lipca 2015 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakimi powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Ponadto zaleca się wykorzystanie gruntowych pomp ciepła na potrzeby c.o. i c.w.u. wspomaganych instalacją fotowoltaiczną.



## SPIS RYSUNKÓW

Rysunek 1 Schemat kotłowni głównej w Wojewódzkim Ośrodku Sportu i Rekreacji w Drzonkowie.....	12
Rysunek 2 Schemat sieci ciepłowniczej w Wojewódzkim Ośrodku Sportu i Rekreacji w Drzonkowie ...	13
Rysunek 3 Natężenie promieniowania słonecznego w lokalizacji Zielona Góra .....	23
Rysunek 4 Profil produkcji i zużycia energii z wykorzystaniem instalacji fotowoltaicznej.....	24

## SPIS TABEL

Tabela 1 Charakterystyka systemu elektroenergetycznego.....	14
Tabela 2 Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW] .....	16
Tabela 3 Roczne zapotrzebowanie ciepła na cele co i cwu [kW] .....	17
Tabela 4 zapotrzebowanie elektryczne pomp ciepła na cele c.w.u. i c.o. w ujęciu profilu energetycznego .....	22
Tabela 5 struktura wytwarzania i konsumpcji energii na potrzeby zasilania pomp ciepła .....	23
Tabela 6 Nakłady inwestycyjne według wariantu I .....	33
Tabela 7 Nakłady inwestycyjne według wariantu II .....	33
Tabela 8 Nakłady inwestycyjne według wariantu III .....	34
Tabela 9 Nakłady inwestycyjne według wariantu IV .....	34
Tabela 10 Nakłady inwestycyjne według wariantu V .....	35
Tabela 11 Nakłady inwestycyjne według wariantu VI .....	35
Tabela 12 Nakłady inwestycyjne według wariantu VII .....	35
Tabela 13 Nakłady inwestycyjne według wariantu VIII .....	35
Tabela 14 Nakłady inwestycyjne według wariantu optymalnego .....	36
Tabela 15 Wymagane wartości współczynnika przenikania ciepła $U_{C(max)}$ .....	37
Tabela 16 Zestawienie efektu rzeczowo – ekologicznego termomodernizowanego budynku .....	38

