

„AGER” Konrad Kostarczyk  
ul. Kwiatowa 35  
76-251 Kobylnica  
e-mail: [biuro@ager.net.pl](mailto:biuro@ager.net.pl)

NIP: 957-073-72-51  
REGON: 220480923  
tel. 608-06-26-74  
[www.ager.net.pl](http://www.ager.net.pl)

## AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU TCZEWSKIEGO CENTRUM SPORTU I REKREACJI W TCZEWIE

dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji w  
trybie Ustawy z dnia 21 listopada 2008 r.


"O wspieraniu termomodernizacji i remontów"



Adres budynku	ulica: ul. Wojska Polskiego 28A kod: 83-110 miejscowość Tczew powiat: tczewski województwo: Pomorskie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : Konrad Kostarczyk tytuł zawodowy: mgr inż. nr opracowania 10/2015 data opracowania 10/10/2015

**Audyt został wykonany zgodnie z obowiązującymi normami, oraz przepisami  
prawa polskiego**

## STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU																				
1.1 Rodzaj budynku	Przedszkole	1.2 Rok budowy 1975																		
1.3 Inwestor	Gmina Miejska Tczew  pl. J. Piłsudskiego 1 kod 83-110 Tczew tel. 58 77 59 313 REGON 191675273	1.4 Adres budynku  ul. Wojska Polskiego 28A Tczew powiat tczewski Województwo Pomorskie																		
2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt:																				
Firma: AGER Konrad Kostarczyk, ul. Kwiatowa 35, 76-251 Kobylnica REGON: 220480923																				
3. Imię, nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:																				
Konrad Kostarczyk, adres ul. Kwiatowa 35, 76-251 Kobylnica tel. 608-06-26-74 Członek Zrzeszenia Auditorów Energetycznych, legitymacja nr 1175 <div style="text-align: right;">   <b>Konrad Kostarczyk</b>            audytor            Uprawnienia do sporządzania świadectw            charakterystyki energetycznej nr 12131            wpis do rejestru MI nr 7411         </div>																				
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac,																				
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego																		
1.	Tomasz Przytarski	Audyty oświetlenia																		
2.																				
3.																				
5. Miejscowość Kobylnica data wykonania opracowania 10/10/2015																				
6. Spis treści																				
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 80%;">1. Strona tytułowa</td> <td style="text-align: right;">strona 2</td> </tr> <tr> <td>2. Karta audytu energetycznego</td> <td style="text-align: right;">strona 3</td> </tr> <tr> <td>3. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku</td> <td style="text-align: right;">strona 5</td> </tr> <tr> <td>4. Ocena stanu technicznego budynku</td> <td style="text-align: right;">strona 12</td> </tr> <tr> <td>5. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych</td> <td style="text-align: right;">strona 14</td> </tr> <tr> <td>6. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</td> <td style="text-align: right;">strona 39</td> </tr> <tr> <td>7. Opis wariantu optymalnego</td> <td style="text-align: right;">strona 42</td> </tr> <tr> <td>8. Opis techniczny przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</td> <td style="text-align: right;">strona 43</td> </tr> <tr> <td>9. Załączniki do audytu</td> <td style="text-align: right;">strona 45</td> </tr> </table>			1. Strona tytułowa	strona 2	2. Karta audytu energetycznego	strona 3	3. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku	strona 5	4. Ocena stanu technicznego budynku	strona 12	5. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych	strona 14	6. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	strona 39	7. Opis wariantu optymalnego	strona 42	8. Opis techniczny przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	strona 43	9. Załączniki do audytu	strona 45
1. Strona tytułowa	strona 2																			
2. Karta audytu energetycznego	strona 3																			
3. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku	strona 5																			
4. Ocena stanu technicznego budynku	strona 12																			
5. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych	strona 14																			
6. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	strona 39																			
7. Opis wariantu optymalnego	strona 42																			
8. Opis techniczny przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	strona 43																			
9. Załączniki do audytu	strona 45																			

2. Karta audytu energetycznego budynku			
1. Dane ogólne			
1.	Konstrukcja/ technologia budynku	tradycyjna- murowana	
2.	Liczba kondygnacji	3 kondygnacje	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	15 763	
4.	Kubatura wentylowana części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	9 099	
5.	Powierzchnia użytkowa budynku netto [m <sup>2</sup> ]	2 595	
6.	Liczba osób użytkujących budynek	31 pracowników + klienci	
7.	Sposób przygotowania ciepłej wody	centralnie w węźle cieplnym	
8.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	węzeł cieplny zasilany z GEPEC Tczew	
9.	Współczynnik kształtu A/V [l/m]	0,33	
10.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane U [W/m <sup>2</sup> K]		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Ściany zewnętrzne	ściana stara ocieplona 8cm ESP	0,38
		ściana stara nieocieplona	1,57
		ściana pod oknami pływalni o południa	0,55
		nowa ściana frontowa (pochyła) siłowni	0,42
		nowa ściana boczna siłowni	0,24
		ściana przy gruncie	0,50
2.	Dachy / stropodachy/ tarasy/ strop zewnętrzny	stropodach niewentylowany	0,83
		stropodach wentylowany nad basenem	0,28
		tarasy	0,83
		nowy stropodach siłowni	0,23
		strop zewnętrzny pod siłownią	0,25
3.	podłoga na gruncie	podłoga części dobudowanej siłowni	0,29
		podłoga na gruncie	0,47
		podłoga na gruncie w podziemiach	0,47
4.	Okna/ naświetla dachowe	okna drewniane szklone pojedynczą szybą	5,10
		okna aluminiowe nowe	1,72
		okna aluminiowe stare od północy	1,96
		okna metalowe ze stacji uzdatniania wody	5,00
		Okna PCV	1,49
5.	Drzwi / bramy	okno frontowe basenu od południa	4,79
		Drzwi aluminiowe nowe	1,65
		Drzwi aluminiowe stare	2,30
		drzwi do stacji trafo	5,60
		drzwi drewniane nieużywane	5,10
		drzwi metalowe do kotłowni	5,60
		Drzwi metalowe izolowane	1,50
		Drzwi PCV	1,90
6.	Inne	strop nad podbasenem	1,74
3. Sprawności składowe systemu ogrzewania			
1.	Sprawność wytwarzania	0,99	0,99
2.	Sprawność przesyłania	0,96	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,83	0,86
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,00	1,00

4. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	grawitacyjna/ mechaniczna	grawitacyjna/ mechaniczna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna, drzwi / kanały	okna, drzwi / kanały
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m <sup>3</sup> /h]	13 508	18 398
4.	Średnia liczba wymian [l/h]	1,5	2,0
5. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	370,7	169,3
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	31,9	27,3
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	3258,91	749,9
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	4156,4	917,5
5.	Obliczeniowe zużycie energii do przygotowania cwu [GJ/rok]	753,0	289,0
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie, produkcję CWU i ciepło technologiczne na podstawie faktur za ciepło z okresu 2 lat (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) - [GJ/rok]	5 310	-
7.	Wyliczony wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m <sup>3</sup> rok]	57,43	13,22
8.	Wyliczony wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m <sup>3</sup> rok]	73,25	16,17
9.	Wyliczony wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m <sup>2</sup> rok]	444,98	98,23
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Opłata za 1 GJ energii końcowej na ogrzewanie [zł]	53,4	51,3
2.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc **) [zł]	16 681	16 681
3.	Opłata za podgrzanie 1 m <sup>3</sup> wody użytkowej [zł]	23,2	12,4
4.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc**) [zł]	16 681	16 681
5.	Opłata za ogrzanie 1 m <sup>2</sup> powierzchni użytkowej miesięcznie [zł]	8,63	2,57
6.	Opłata abonamentowa rocznie [zł]	0	0
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
1.	Planowane koszty całkowite [zł]		2 957 157
2.	Planowana kwota kredytu [zł]		2 365 726
3.	Roczne zmniejszenie zapotrzeb. na energię [%]		75,1%
4.	Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]		432 120
5.	Premia termomodernizacyjna [zł]		473 145
6.	Średni wskaźnik SPBT [lat]		6,8

**UWAGA!!!****Wszystkie wartości pieniężne dotyczące kosztów energii cieplnej, jak i kosztów usprawnień biorą pod uwagę wartości brutto**

## 2.1 Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu

- a) Dokumentacja:
- Archiwalny projekt wymiany witryny frontowej basenu
  - własna inwentaryzacja zewnętrzna budynku
  - własna dokumentacja fotograficzna
  - dokumenty przetargowe dotyczące wykonanych termomodernizacji w budynku
- b) Inne dokumenty
- rachunki za ciepło i prąd

### NORMY I ROZPORZĄDZENIA

- o Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (z późniejszymi zmianami) -Dz. U. Nr 223,poz.1459. Dalej zwana Ustawą termomodernizacyjną.
- o Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. Dalej zwane *Rozporządzeniem dot. audytów termomodernizacyjnych*.
- o Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 czerwca 2014 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. 2014 poz. 888). Dalej zwane *Rozporządzeniem dot. świadectw energetycznych*
- o Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 5 lipca 2013 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2013 poz. 926.) Dalej zwane *Warunkami Technicznymi*.
- o Polska Norma PN-EN-ISO 6946:2008 "Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń".
- o PN-EN ISO 13370 "Właściwości cieplne budynków - Wymiana ciepła przez grunt - Metody obliczania"
- o PN-EN ISO 14683 "Mostki cieplne w budynkach- Liniowy współczynnik przenikania ciepła - Metody uproszczone i wartości orientacyjne"
- o Polska Norma PN-EN 12831:2006 "Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego".
- o PN-EN ISO 13790:2009, „Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia”.

## 2.2 Osoby udzielające informacji

- dyrektor TCSiR  
Pan Andrzej Błaszowski
- dyrektor Techniczny  
Pan Krzysztof Szlagowski

## 2.3 Daty wizji lokalnej

wrzesień

październik

## 2.4 Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zleceniodawcy)

- Celem audytu jest uzyskanie możliwych oszczędności w użytkowaniu budynku.
- W ramach audytu dokonać oceny efektywności następujących usprawnień
  - o ocieplenie wszystkich przegród zewnętrznych, które tego wymagają.
  - o wymiana starych okien na basenie dużym,
  - o wymiana starych grzejników na nowe
- nie rozpatrywać ocieplenia podłóg na gruncie oraz ścian przy gruncie (ze względu na problemy techniczne w wykonaniu)
- ze względu na wygląd budynku (układ okapów i zagłębienie otworów okiennych) ustalono, że dla przedsięwzięć ocieplenia ścian zewnętrznych wykorzystać należy cieplejszy styropian grafitowy. Ponadto maksymalną możliwą do zastosowania grubością styropianu będzie 18cm.

## 2.5 Dodatkowe wytyczne do projektu termomodernizacji.

Biorąc pod uwagę zmieniające się w czasie przepisy zawarte w warunkach technicznych z 2014 roku, oraz to, że proces inwestycyjny od wykonania audytu do zakończenia prac termomodernizacyjnych, może się wydłużyć do roku 2019, postanowiono, że jako graniczne wartości dla modernizowanych przegród budowlanych należy przyjąć wymagania na rok 2019.

Rodzaj przegrody	Wymagania dla 2019 roku	
	wsp. U [W/(m <sup>2</sup> *K)]	wsp. R [(m <sup>2</sup> *K)/W]
ściana zewnętrzna	0,2	5
dachy i stropodachy	0,15	6,67
stropy nad przestrzeniami nieogrzewanymi	0,25	4,00
Okna przy t <sub>i</sub> ≥ 16°C	0,9	1,11
Drzwi zewnętrzne	1,3	0,77

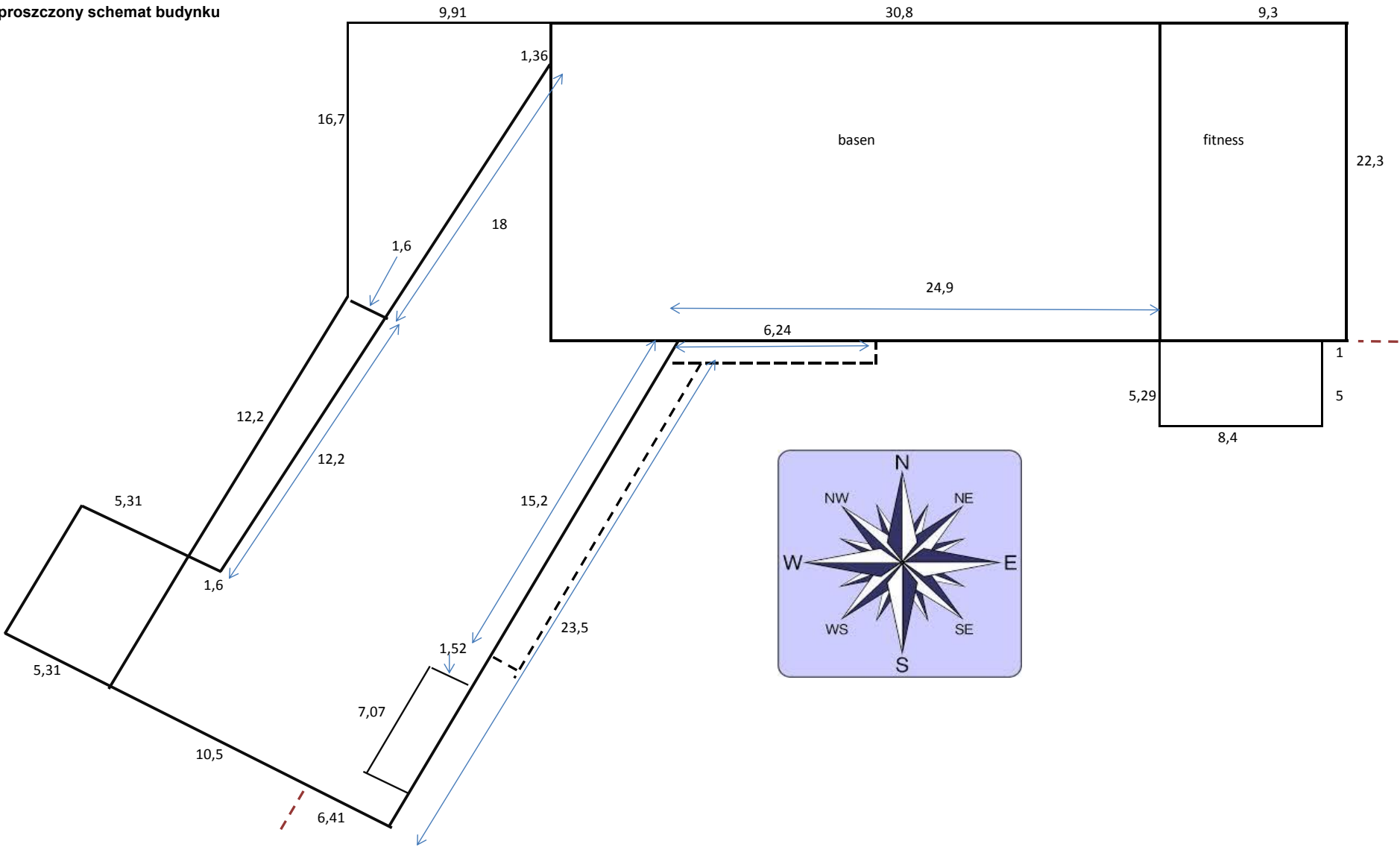
## 3. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

### 3.1. Ogólne dane o budynku

Własność - Gmina Miejska Tczew
Rodzaj budynku - Przedszkole
Adres - Tczew, ul. Wojska Polskiego 28A
Rok budowy - 1975
Rok zasiedlenia - 1976
Technologia budynku - tradycyjna- murowana

1	Powierzchnia zabudowana <sup>1)</sup> [m <sup>2</sup> ]	1 434	6	Budynek podpiwniczony	TAK
2	Kubatura budynku <sup>2)</sup> [m <sup>3</sup> ]	15 763	7	Współczynnik kształtu	0,33
3	Kubatura wentylowana budynku <sup>2)</sup> [m <sup>3</sup> ]	9 099			
4	Średnia ważona wysokość kondygnacji [m]	3,51			
5	Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części [m <sup>2</sup> ]	2 595			

3.2. Uproszczony schemat budynku





### 3.3. Opis istotnych elementów budynku

Główną część budynku przy Wojska Polskiego 28A należącego do Tczewskiego Centrum Sportu i Rekreacji stanowią dwa baseny (duży i mniejszy). Mniejszy basen znajduje się na poziomie przyziemia częściowo zagłębionego w gruncie, duży basen znajduje się nad mniejszym. Od strony południowo zachodniej znajduje się zaplecze socjalne (szatnie i łazienki) oraz część biurowa. O wschodu do basenów przylega centrum fitness, które zostało rozbudowane w 2005 roku.

#### Zestawienie powierzchni zewnętrznych przegród budowlanych ogrzewanych pomieszczeń

Symbol	Opis przegrody	U [W/ (m <sup>2</sup> · K) ]	pow. przegrody Netto [m <sup>2</sup> ]
SZ1	ściana stara ocieplona 8cm ESP	0,38	266,9
SZ2	ściana stara nieocieplona	1,57	906,0
SZ3	ściana pod oknami pływalni o południa	0,55	60,3
SZN1	nowa ściana frontowa (pochyła) siłowni	0,42	31,2
SZN2	nowa ściana boczna siłowni	0,24	43,4
SPG	ściana przy gruncie	0,50	258,0
<b>Razem ściany zewnętrzne</b>			<b>1 565,8</b>
SD1	stropodach niewentylowany	0,83	703,4
SD2	stropodach wentylowany nad basenem	0,28	686,6
SD3	tarasy	0,83	141,8
SDS1	nowy stropodach siłowni	0,23	48,1
ST1	strop zewnętrzny pod siłownią	0,25	7,5
ST2	podłoga części dobudowanej siłowni	0,29	36,1
PG	podłoga na gruncie	0,47	526,6
PGP	podłoga na gruncie w podziemiach	0,47	907,4
<b>Ogółem stropy, dachy i podłogi</b>			<b>3 057,5</b>
ODREW S	okna drewniane szklone pojedynczą szybą	5,10	2,8
OALU N	okna aluminiowe nowe	1,72	87,4
OALU S	okna aluminiowe stare od północy	1,96	96,0
OMET S	okna metalowe ze stacji uzdatniania wody	5,00	18,0
OPCV	Okna PCV	1,49	188,1
O FRONT	okno frontowe basenu od południa	4,79	105,6
DALU	Drzwi aluminiowe nowe	1,65	3,0
DALU S	Drzwi aluminiowe stare	2,30	4,4
DMET TR	drzwi do stacji trafo	5,60	2,5
DDREW S	drzwi drewniane nieużywane	5,10	1,9
DMET S	drzwi metalowe do kotłowni	5,60	4,4
DMETIZ	Drzwi metalowe izolowane	1,50	1,9
DPCV	Drzwi PCV	1,90	18,1
<b>Ogółem okna i drzwi</b>			<b>534,1</b>
STROP1	strop nad podbaseniem	1,74	398,4
STROP2	strop międzykondygnacyjny	1,93	453,5
<b>Ogółem stropy wewnętrzne</b>			<b>851,9</b>
<b>Ogółem przegrody zewnętrzne , okna i drzwi</b>			<b>5 157,4</b>
<b>współczynnik kształtu</b>		<b>A= 5 157</b>	<b>A / V = 0,33</b>
		<b>V= 15 763</b>	



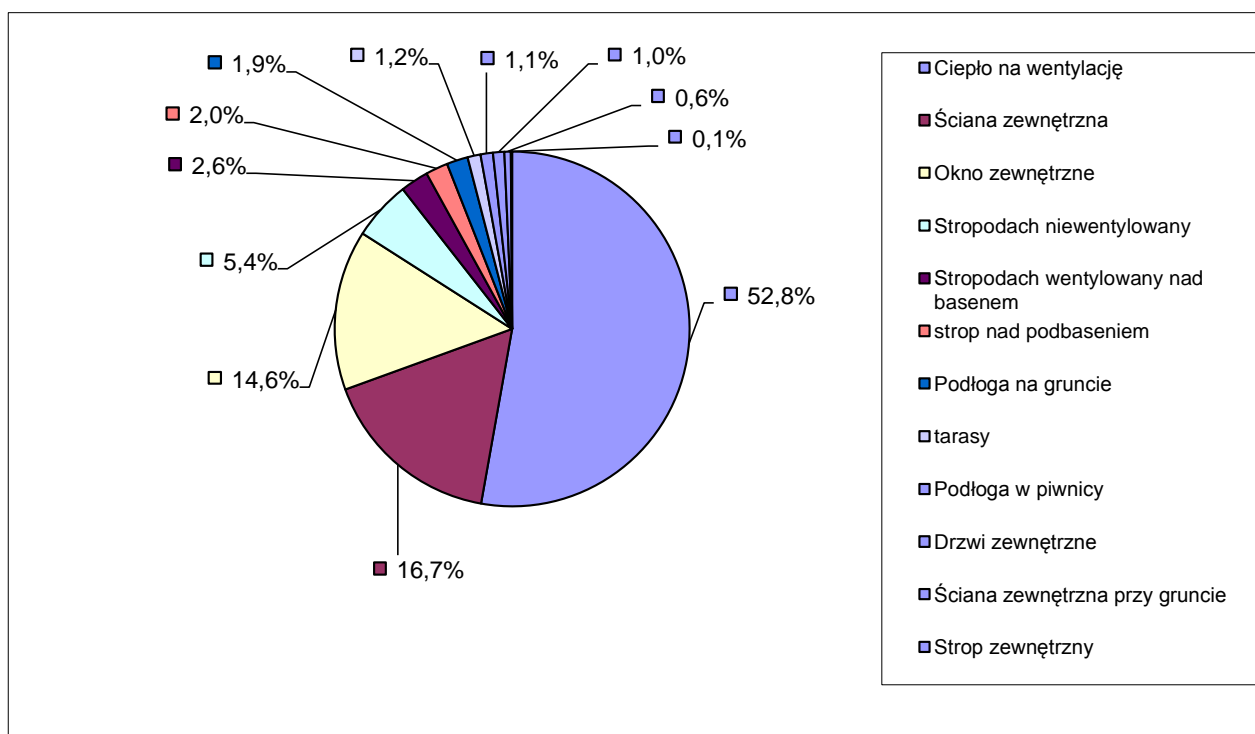
#### 4. Dane energetyczne budynku

##### 4.1. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Zamówiona moc cieplna na c.o.	q [kW]	450
2.	Zamówiona moc cieplna na c.w.u	q [kW]	100
3.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na c.o.	q <sub>co</sub> [kW]	370,7
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na c.w.u.	q <sub>cw</sub> [kW]	73,8
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	Q <sub>H</sub> [GJ]	3258,91
6.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu i przerw w ogrzewaniu	Q <sub>S</sub> [GJ]	4156,4
7.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła	E=Q <sub>H</sub> /V [kWh/m <sup>3</sup> a]	57,4
8.	Taryfa opłat - ciepło z sieci ZEC Tczew (z VAT) taryfa K1-IW		
	opłata stała (sieciowa) miesięcznie	zł/MW/ m-c	16 681
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ	41,89
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł/m-c	brak
9.	Taryfa opłat - Taryfa opłat - energia elektryczna (z VAT) taryfa B22		
	opłata stała (za moc) miesięcznie	zł/kW/ m-c	16,85
	opłata zmienna (prąd + przesył) wg licznika	zł/kWh	0,61
	opłata abonamentowa za prąd	zł/ m-c	23,37

##### 4.2. Zestawienie strat energii cieplnej w budynku wg normy PN-EN ISO 13790

Opis	%	GJ/Rok	kWh/rok
Ciepło na wentylację	52,8%	2 292,4	636 788
Ściana zewnętrzna	16,7%	723,1	200 847
Okno zewnętrzne	14,6%	633,4	175 954
Stropodach niewentylowany	5,4%	234,1	65 018
Stropodach wentylowany nad basenem	2,6%	111,2	30 875
strop nad podbasenem	2,0%	88,1	24 472
Podłoga na gruncie	1,9%	83,8	23 287
tarasy	1,2%	51,4	14 281
Podłoga w piwnicy	1,1%	48,97	13604
Drzwi zewnętrzne	1,0%	44,63	12396
Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,6%	25,51	7086
Strop zewnętrzny	0,1%	4,91	1365
Razem	100,0%	4341,5	1 205 973



## 4.3. Wyniki ogólne analizy OZC z programu Audytor OZC

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyt budynku TCSiR w Tczewie	
	Stan istniejący	
Miejscowość:	Tczew	
Adres:	ul. Wojska Polskiego 28A	
Projektant:	Konrad Kostarczyk	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	II	
Projektowa temperatura zewnętrzna $\theta_e$ :	-18	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ :	7,9	°C
Stacja meteorologiczna:	Elbląg	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/ (m3 ·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła $\delta$ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda_g$ :	2,0	W/ (m ·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	2594,8	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	9099,2	m3
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :	176891	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :	193787	W
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	370678	W
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	370678	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$ :	142,9	W/m2
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$ :	40,7	W/m3

Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące Vinfv:	1985,6	m3/h
Średnia liczba wymian powietrza n:	1,5	
Dopływające powietrze wentylacyjne Vv:	13508,1	m3/h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θv:	-18,0	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Elbląg	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie Vv,H:	12241,7	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	3258,91	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	905253	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	2595	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	9099,2	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	1255,9	MJ/ (m2 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	348,9	kWh/ (m2 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	358,2	MJ/ (m3 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	99,5	kWh/ (m3 ·rok)
Parametry obliczeń projektu:		
Obliczanie przenikania ciepła przy min. Δθmin:	4,0	K
Wariant obliczeń strat ciepła do pomieszczeń w sąsiednich grupach:		
Obliczaj z ograniczeniem do θj,u		
Minimalna temperatura dyżurna θj,u:	16	°C
Obliczaj straty do pomieszczeń w sąsiednich		
budynkach tak jak by były nieogrzewane:	Tak	
Obliczanie automatyczne mostków cieplnych:	Tak	
Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną:	Nie	
Domyślne dane do obliczeń:		
Typ budynku:	Sportowo-rekreac.	
Typ konstrukcji budynku:	Ciężka	
Typ systemu ogrzewania w budynku:	Konwekcyjne	
Oslabienie ogrzewania:	Bez osłabienia	
Regulacja dostawy ciepła w grupach:	Indywidualna reg.	
Stopień szczelności obudowy budynku:	Średni	
Krotność wymiany powietrza wewn. n50:	3,5	1/h
Klasa osłonięcia budynku:	Brak osłonięcia	
Domyślne dane dotyczące wentylacji:		
System wentylacji:	Naturalna	
Temperatura powietrza nawiewanego θsu:		°C
Temperatura powietrza kompensacyjnego θc:	20,0	°C

## 5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

### 5.1. Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku

Budynek powstał w drugiej połowie lat 70tych ubiegłego wieku. Ściany zewnętrzne wykonano z cegły pełnej. Budynek posiada zróżnicowany kształt z którego wynika konstrukcja przegród poziomych. Pomieszczenia wysunięte na parterze przykryte są zwykłym stropem żelbetowym. część główna budynku została przykryta stropodachem niewentylowanym na którego górnej warstwie wyrobiono spadek. Sam basen został przykryty stropodachem wentylowanym. Z uwagi na różnice w wysokościach terenu, część wschodnia i południowa kondygnacji przyziemia znajduje się pod gruntem, a część północna i zachodnia nie. Zagospodarowanie terenu wokół budynku uniemożliwia ocieplenie znacznej części ścian przy gruncie.

Poważny problem termiczny stanowi żelbetowa niecka basenu dużego, pod którym znajduje się nieogrzewane podbasenie z centralami wentylacyjnymi. Straty z tytułu zupełnie nieocieplonej żelbetowej niecki z pomieszczenia basenu w którym panuje 26°C do przestrzeni nieogrzewanej są ogromne.

Od początku istnienia obiekt przeszedł szereg drobnych remontów. W 1993 roku zmieniono okna frontowe basenu (od południa) na szyby zespolone umieszczone w ramie stalowej, spawanej. Okna te są niezwykle zimne i należy je w pierwszej kolejności wymienić. Następnie wymieniano pozostałe okna w różnym czasie i różnej technologii. W chwili obecnej mamy na obiekcie zarówno w miarę ciepłe okna PCV oraz średnio ciepłe okna aluminiowe, a także starsze, dość zimne okna aluminiowe i bardzo, bardzo zimne metalowe. Największy problem stanowią okna w części basenowej, na których skrapla się para wodna w ilościach niezwykłych.

W latach następnym wykonano też docieplenia fragmentów elewacji od południa i wschodu styropianem grubości 8cm. W 2005 roku rozbudowano pomieszczenie siłowni w kierunku południowym.

### 5.2. System grzewczy CO

Źródłem ciepła dla budynku jest kompaktowy węzeł cieplny wykonany w 2011 roku, zasilany z GEPEC Tczew. Przewody w węźle są zaizolowane. Ciepło rozprowadzane jest po budynku rurami stalowymi, które są w większości zabudowane. Same rury są w dobrym stanie technicznym i nie wymagają wymiany. W budynku znajdują się 43 grzejniki panelowe, 8 grzejników żeberkowych i 31 fawierów. Tylko grzejniki panelowe wyposażone są w głowice termostatyczne.

### 5.3. System zaopatrzenia w c.w.u.

CWU dla celów sanitarnych również wytwarzana jest w dwóch zasobnikach zasilanych z węzła. Na wodzie zimnej wchodzącej do zasobników zamontowano licznik, dzięki któremu można zliczyć ilość zużywanej ciepłej wody w budynku. Instalacja wyposażona jest w system cyrkulacji, ale pracuje on 24h na dobę 7 dni w tygodniu, co generuje spore straty ciepłe na dystrybucji.

### 5.4. System wentylacji

Generalnie budynek wentylowany jest grawitacyjnie. Jedynie oba baseny wentylowane są mechanicznie. Wentylacja basenów opiera się na dwóch centralach nawiewnych znajdujących się na podbaseniu oraz dwóch starych wentylatorach wywiewnych umieszczonych w przestrzeni stropu wentylowanego nad basenem. Wydatek systemu to około 7800m<sup>3</sup>/h. Jest to system przestarzały, bez jakiegokolwiek sterowania wydajnością i bez odzysku ciepła.

Dodatkowo jeden z wentylatorów wywiewnych jest zepsuty, a jedno z okien na basenie jest otwarte co powoduje, że wentylacja jest całkowicie niesterowalna, irracjonalna i generuje olbrzymie straty ciepłe.

### 5.5. System oświetleniowy

Oświetlenie w budynku było sukcesywnie wymieniane i nie generuje zbyt dużych kosztów. Jedynie oświetlenie na dużym basenie jest dość energochłonne i wymaga przeanalizowania.

### 5.6. Inne

W stanie obecnym system przelewowy wody z basenów jest tak wykonany, że woda ta nie jest odzyskiwana tylko trafia bezpośrednio do kanalizacji. Dziennie obsługa musi dolewać 50m<sup>3</sup> wody by uzupełnić ubytki. Jeśli odejmiemy na samo parowanie 3m<sup>3</sup> to pozostała ilość (47m<sup>3</sup>) to czysta strata wody o temperaturze 28°C.

## 5.7. Zbiornicze zestawienie oceny stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy

1	Przegrody zewnętrzne nieprzeźroczyste		
	<b>Symbol</b>	<b>Opis przegrody</b>	<b>wsp. <math>\bar{U}</math> [W/(m<sup>2</sup>·K)]</b>
	SZ1	ściana stara ocieplona 8cm ESP	0,38
	SZ2	ściana stara nieocieplona	1,57
	SZ3	ściana pod oknami pływalni o południa	0,55
	SZN1	nowa ściana frontowa (pochyła) siłowni	0,42
	SZN2	nowa ściana boczna siłowni	0,24
	Możliwości i sposób poprawy		
	Należy przeanalizować opłacalność docieplenia styropianem		
	Należy docieplić styropianem		
	Należy docieplić styropianem		
	Należy docieplić wełną od środka		
	przegroda ciepła, brak podstaw do docieplenia		
2	SD1	stropodach niewentylowany	0,83
	SD2	stropodach wentylowany nad basenem	0,28
	SD3	tarasy	0,83
	SDS1	nowy stropodach siłowni	0,23
	ST1	strop zewnętrzny pod siłownią	0,25
	ST2	podłoga części dobudowanej siłowni	0,29
	STROP1	strop nad podbaseniem	1,74
	Możliwości i sposób poprawy		
	Należy docieplić styropianem od góry i wykonać nowe pokrycie		
	Należy docieplić dodatkową warstwą wełny mineralnej		
	Należy docieplić styropianem od góry i wykonać nowe pokrycie		
	Przegroda stosunkowo ciepła - brak podstaw do docieplenia		
	Przegroda stosunkowo ciepła - brak podstaw do docieplenia		
3	Stolarka okienna i drzwiowa		
	<b>Symbol</b>	<b>Opis przegrody</b>	<b>wsp. <math>\bar{U}</math> [W/(m<sup>2</sup>·K)]</b>
	ODREW S	okna drewniane szklone pojedynczą szybą	5,10
	OALU N	okna aluminiowe nowe	1,72
	OALU S	okna aluminiowe stare od północy	1,96
	OMET S	okna metalowe ze stacji uzdatniania wody	5,00
	OPCV	Okna PCV	1,49
	O FRONT	okno frontowe basenu od południa	4,79
	DALU	Drzwi aluminiowe nowe	1,65
	DALU S	Drzwi aluminiowe stare	2,30
	DMET TR	drzwi do stacji trafo	5,60
	DDREW S	drzwi drewniane nieużywane	5,10
	DMET S	drzwi metalowe do kotłowni	5,60
4	DMETIZ	Drzwi metalowe izolowane	1,50
	DPCV	Drzwi PCV	1,90
	Możliwości i sposób poprawy		
	Okna przewidziane do likwidacji- należy zamurować gazobetonem		
	Okna stosunkowo nowe i szczelne - brak podstaw do wymiany		
	Okna znajdujące się w strefie basenowej- należy wymienić na nowe		
	Okna bezwzględnie wymienić na nowe PCV		
	Okna stosunkowo ciepłe i szczelne- brak podstaw do wymiany		
	Witryna frontowa basenu bardzo zimna - bezwzględnie wymienić		
	Drzwi szczelne i w miarę ciepłe- brak podstaw do wymiany		
	Drzwi zewnętrzne z basenu od północy, zimne i nieszczelne- należy wymienić		
	Drzwi do stacji trafo nie wymagają wymiany		
	Drzwi przewidziane do likwidacji- należy zamurować gazobetonem		
5	Wentylacja		
	<b>Opis</b>		<b>Możliwości i sposób poprawy</b>
	Wentylacja basenów generuje olbrzymie straty, a do tego nie spełnia swej funkcji, tj. osuszania powietrza.		Należy wykonać całkowicie nowy system wentylacji oparty na centrali nawiewno wywiewnej z odzyskiem ciepła.
6	Instalacja ciepłej wody użytkowej		
	<b>Opis</b>		<b>Możliwości i sposób poprawy</b>
	Brak ograniczenia czasu pracy cyrkulacji CWU powoduje znaczne straty i wpływa niekorzystnie na sprawność dystrybucji CWU		Należy wprowadzić sterownik tygodniowy sterujący czasem pracy pompy cyrkulacyjnej.
7	Instalacja centralnego ogrzewania		
	<b>Opis</b>		<b>Możliwości i sposób poprawy</b>
	Wewnętrzna instalacja CO jest w dobrym stanie, lecz częściowo stare grzejniki bez zaworów termostatycznych obniżają sprawność regulacji.		Należy wymienić stare grzejniki na nowe i zamontować głowice termostatyczne.
8	Instalacja oświetleniowa		
	<b>Opis</b>		<b>Możliwości i sposób poprawy</b>
	Oświetlenie nad dużym basenem generuje spore koszty		należy przeanalizować opłacalność wymiany na oświetlenie energooszczędne
9	Woda basenowa		
	<b>Opis</b>		<b>Możliwości i sposób poprawy</b>
	Brak systemu odzysku wody przelewowej z basenu		Należy wykonać system odzysku filtracji i uzdatniania wody basenowej, by przelana woda wróciła z powrotem do obiegu.

## 6. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

### 6.1. Wykaz rodzajów ulepszeń termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego budynku

Symbol		Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
CO	1	Podwyższenie sprawności instalacji centralnego ogrzewania	Wymiana starych grzejników
	2	Ocieplenie ściany zewnętrznej z cegły pełnej + styropian 8cm (SZ1)	Ocieplenie styropianem w systemie BSO
A	3	Ocieplenie ściany zewnętrznej z cegły pełnej (SZ2)	Ocieplenie styropianem w systemie BSO
	4	Ocieplenie ściany zewnętrznej pod oknami pływalni od południa (SZ3)	Ocieplenie styropianem w systemie BSO
	5	Ocieplenie ściany frontowej dobudowanej części siłowni (SZN1)	Ocieplenie wełną od środka
	6	Ocieplenie stropodachów niewentylowanych oraz tarasów (SD1, SD3)	Ocieplenie styropianem od góry
	7	Ocieplenie stropodachu wentylowanego nad basenem	Ocieplenie wełną mineralną
	8	Ocieplenie stropu nad podbaseniem wraz z niecką basenową	Ocieplenie styropianem od spodu
	9	Likwidacja czterech okien drewnianych (ODREW S)	zamurowanie otworów gazobetonem
B	10	Wymiana starych okien aluminiowych w strefie basenowej (OALU S)	Wymiana na nową stolarkę PCV
	11	Wymiana starych okien metalowych w stacji uzdatniania wody (OMET S)	Wymiana na nową stolarkę PCV
	12	Wymiana witryny basenu dużego od południa (O FRONT)	Wymiana na nową stolarkę aluminiową
	13	Wymiana drzwi aluminiowych z basenu od północy (DALU S)	Wymiana na nową stolarkę PCV
	14	Likwidacja nieużywanych drzwi drewnianych od zachodu (D DREW S)	zamurowanie otworu gazobetonem
	15	Wymiana drzwi metalowych do kotłowni (DMET S)	Wymiana na nowe izolowane drzwi metalowe
	16	Zmniejszenie strat na wentylacji na basenach	wykonanie nowego systemu wentylacji i osuszania basenów
D	17	Zmniejszenie strat na dystrybucji ciepłej wody użytkowej	zamontowanie tygodniowego sterownika pompy cyrkulacyjnej
	18	Wykorzystanie OZE w produkcji CWU	zamontowanie kolektorów słonecznych dla CWU
E	19	Zmniejszenie kosztów energii elektrycznej- oświetlenie	Zmodernizowanie oświetlenia na basenie dużym
F	20	Zmniejszenie strat na wodzie basenowej	wykonanie systemu odzysku wody przelewowej na basenach

## 6.2. Ocena opłacalności i wyboru usprawnień dotyczących usprawnienia systemu CO oraz zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody oraz zapotrzebowania na ciepło na ogrzanie powietrza wentylacyjnego.

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie	W stanie obecnym	Po termo-modernizacji	jedn.
temperatura wewnętrzna w budynku [ $t_{wo}$ ]	20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
temperatura wewnętrzna na basenach [ $t_{wo}$ ]	26,0	26,0	$^{\circ}\text{C}$
minimalna temperatura zewnętrzna dla strefy II [ $t_{zo}$ ]	-18,0	-18,0	$^{\circ}\text{C}$
$S_d$ dla przegród zewnętrznych*	3890	3890	dzień·K·a
dla przegród zewnętrznych basenu	5252	5252	

Poniżej przedstawiono taryfy opłat poszczególnych źródeł energii, oraz związane z nimi sprawności systemów wytwarzania ciepła

Taryfa opłat - ciepło z sieci ZEC Tczew (z VAT) taryfa K1-IW					Koszt energii końcowej		
Wyszczególnienie					W stanie obecnym	Po termo-modernizacji	jedn.
$O_{0m}$ , $O_{1m}$	16 681	16 681	zł/MW/ m-c		16 681	16 681	zł/MW/m-c
$O_{0z}$ , $O_{1z}$	41,89	41,89	zł/GJ		53,43	51,26	zł/GJ <sup>(1)</sup>
$A_{b0}$ , $A_{b1}$	brak	brak	zł/m-c		0,00	0,00	zł/m-c
					sprawność systemu CO przed termomodernizacją		0,78
					sprawność systemu CO po termomodernizacji		0,82

Taryfa opłat - energia elektryczna (z VAT) taryfa B22					Koszt energii końcowej		
Wyszczególnienie					W stanie obecnym	Po termo-modernizacji	jedn.
$O_{0m}$ , $O_{1m}$	16,85	16,85	zł/kW/ m-c		16 851	16 851	zł/MW/m-c
$O_{0z}$ , $O_{1z}$	0,61	0,61	zł/kWh		169,24	169,24	zł/GJ
$A_{b0}$ , $A_{b1}$	23,37	23,37	zł/ m-c		23,37	23,37	zł/ m-c
przeliczenie jednostek	278		kWh/GJ				

\* liczba stopniocdni przyjęta jak dla stacji meteo Elbląg

(1) cena za 1GJ energii końcowej wyliczona jako wynikowa ceny źródła ciepła oraz jego wartości opałowej przeliczonej przez sprawność systemu grzewczego



**6.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie****Przedsięwzięcie A.2. - Ocieplenie ściany zewnętrznej z cegły pełnej + styropian 8cm (SZ1)**

**Dane:** powierzchnia przegrody do obliczania strat energii cieplnej (netto)  $A = 266,9 \text{ m}^2$   
 powierzchnia okien wbudowanych, o powierzchni jednostkowej  $< 3 \text{ m}^2$   $A_{\text{okna}} = 25,0 \text{ m}^2$   
 powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia  $A_{\text{koszt}} = 291,9 \text{ m}^2$   
 współczynnik izolacyjności cieplnej przegrody  $U = 0,38 \text{ [W/(m}^2 \cdot \text{K)]}$

**Opis wariantów usprawnienia**

Jako metodę docieplenia ściany zewnętrznej budynku docieplonej już styropianem 8cm, Audytor proponuje ocieplenie w systemie BSO z wyprawą tynkarską na tynku silikatowym. Zgodnie z zaleceniami inwestora jako materiał izolacyjny należy zastosować styropian grafitowy. Dodatkowo dla uzyskania maksymalnej dopuszczalnej (zgodnie z zaleceniami inwestora) grubości izolacji **należy na istniejący styropian dokleić izolację o grubości nie przekraczającej 10cm.**

Dla właściwego wykonania ocieplenia ściany, styropian musi zejść na okno przynajmniej 3 cm, by zminimalizować mostek termiczny na styku okno/ściana (tzw. ocieplenie węgarów).

Materiał izolacyjny: styropian EPS 032 o współczynniku przewodności  $\lambda = 0,032 \text{ W/mK}$ .

Poniżej przedstawiono 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej. Do analizy wzięto pod uwagę tylko tzw. handlowe grubości izolacji (będące dostępne w sprzedaży).

wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego  $R \geq 5,0 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$

wariant 2: o grubości warstwy o 2 cm większy niż dla wariantu 1

wariant 3: o grubości warstwy o 2 cm większy niż dla wariantu 2

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej;	m		0,08	0,10	0,12
2	Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$		2,50	3,13	3,75
3	Opór cieplny $R$	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$	2,64	5,14	5,76	6,39
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	34,0	17,5	15,6	14,0
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A/(t_{w0}-t_{z0})/R$	MW	0,004	0,002	0,002	0,002
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (x_0 \cdot Q_{0U} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1U} \cdot O_{1z}) + 12(y_0 \cdot q_{0U} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1U} \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		1 258	1 402	1 518
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		184,40	188,00	191,60
8	Koszt realizacji usprawnienia $N_U$	zł		53 824	54 875	55 926
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		42,79	39,14	36,85
10	$U_0, U_1$	$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$	0,38	0,195	0,174	0,157

**Podstawa przyjętych wartości  $N_U$** 

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia  $1 \text{ m}^2$  wg średnich cen rynkowych.

Koszt obejmuje roboty dociepleniowe wraz z niezbędnymi pracami towarzyszącymi, takimi jak obróbki otworów okiennych, przedłużenie parapetów, wydłużenie okapu itp.

Biorąc pod uwagę zalecenia co do maksymalnej grubości izolacji, wariant o najlepszym współczynniku SPBT przewiduje docieplenie styropianem EPS 032 o grubości 10cm.

<b>Wybrany wariant- 2</b>	<b>Koszt : 54 875 zł</b>	<b>SPBT= 39,1 lat</b>
---------------------------	--------------------------	-----------------------

### 6.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie

#### Przedsięwzięcie A.3. - Ocieplenie ściany zewnętrznej z cegły pełnej (SZ2)

**Dane:** powierzchnia przegrody do obliczania strat energii cieplnej (netto)  $A = 906,0 \text{ m}^2$   
 powierzchnia okien wbudowanych, o powierzchni jednostkowej < 3m<sup>2</sup>  $A_{\text{okna}} = 66,0 \text{ m}^2$   
 powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia  $A_{\text{koszt}} = 972,0 \text{ m}^2$   
 współczynnik izolacyjności cieplnej przegrody  $U = 1,57 \text{ [W/(m}^2 \cdot \text{K)]}$

#### Opis wariantów usprawnienia

Jako metodę docieplenia nieocieplonej ściany zewnętrznej budynku, Audytor proponuje ocieplenie w systemie BSO z wyprawą tynkarską na tynku silikatowym. Zgodnie z zaleceniami inwestora jako materiał izolacyjny należy zastosować styropian grafitowy. **Dodatkowo maksymalna dopuszczalna (zgodnie z zaleceniami inwestora) grubość izolacji to 18cm.**

Dla właściwego wykonania ocieplenia ściany, styropian musi zejść na okno przynajmniej 3 cm, by zminimalizować mostek termiczny na styku okno/ściana (tzw. ocieplenie węgarów).

Materiał izolacyjny: styropian EPS 032 o współczynniku przewodności  $\lambda = 0,032 \text{ W/mK}$ .

Poniżej przedstawiono 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej. Do analizy wzięto pod uwagę tylko tzw. handlowe grubości izolacji (będące dostępne w sprzedaży).

wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego  $R \geq 5,0 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$

wariant 2: o grubości warstwy o 1 cm większy niż dla wariantu 1

wariant 3: o grubości warstwy o 2 cm większy niż dla wariantu 2

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej;	m		0,15	0,16	0,18
2	Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	m <sup>2</sup> ·K/W		4,69	5,00	5,63
3	Opór cieplny R	m <sup>2</sup> ·K/W	0,64	5,32	5,64	6,26
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	477,8	57,2	54,0	48,6
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A/(t_{w0}-t_{z0})/R$	MW	0,054	0,006	0,006	0,005
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (x_0 \cdot Q_{0U} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1U} \cdot O_{1z}) + 12(y_0 \cdot q_{0U} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1U} \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		31 990	32 231	32 641
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		197,00	198,80	202,40
8	Koszt realizacji usprawnienia $N_U$	zł		191 476	193 226	196 725
9	SPBT = $N_U / \Delta O_{ru}$	lata		5,99	6,00	6,03
10	$U_0, U_1$	W/m <sup>2</sup> ·K	1,57	0,188	0,177	0,160

#### Podstawa przyjętych wartości $N_U$

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m<sup>2</sup> wg średnich cen rynkowych.

Koszt obejmuje roboty dociepleniowe wraz z niezbędnymi pracami towarzyszącymi, takimi jak obróbki otworów okiennych, przedłużenie parapetów, wydłużenie okapu itp.

Wariant o najlepszym współczynniku SPBT przewiduje docieplenie styropianem EPS 032 o grubości 15cm.

Wybrany wariant- 1	Koszt : 191 476 zł	SPBT= 6,0 lat
--------------------	--------------------	---------------

**6.2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie****Przedsięwzięcie A.4. - Ocieplenie ściany zewnętrznej pod oknami pływalni od południa (SZ3)**

**Dane:** powierzchnia przegrody do obliczania strat energii cieplnej (netto)  $A = 60,3 \text{ m}^2$   
 powierzchnia okien wbudowanych, o powierzchni jednostkowej  $< 3 \text{ m}^2$   $A_{\text{okna}} = 0,0 \text{ m}^2$   
 powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia  $A_{\text{koszt}} = 60,3 \text{ m}^2$   
 współczynnik izolacyjności cieplnej przegrody  $U = 0,55 \text{ [W/(m}^2 \cdot \text{K)]}$

**Opis wariantów usprawnienia**

Jako metodę docieplenia nieocieplonej ściany zewnętrznej budynku, Audytor proponuje ocieplenie w systemie BSO z wyprawą tynkarską na tynku silikatowym. Zgodnie z zaleceniami inwestora jako materiał izolacyjny należy zastosować styropian grafitowy. Dodatkowo maksymalna dopuszczalna (zgodnie z zaleceniami inwestora) grubość izolacji to 18cm.

Materiał izolacyjny: styropian EPS 032 o współczynniku przewodności  $\lambda = 0,032 \text{ W/mK}$ .

Poniżej przedstawiono 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej. Do analizy wzięto pod uwagę tylko tzw. handlowe grubości izolacji (będące dostępne w sprzedaży).

wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego  $R \geq 5,0 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$

wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 3 cm większej niż w wariantcie 1

wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej;	m		0,12	0,16	0,18
2	Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$		3,75	5,00	5,63
3	Opór cieplny $R$	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$	1,82	5,57	6,82	7,44
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	11,2	3,6	3,0	2,7
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A/(t_{w0}-t_{z0})/R$	MW	0,001	0,000	0,000	0,000
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru}$ $= (x_0 \cdot Q_{0U} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1U} \cdot O_{1z}) + 12(y_0 \cdot q_{0U} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1U} \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		571	622	641
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		191,60	198,80	202,40
8	Koszt realizacji usprawnienia $N_U$	zł		11 559	11 994	12 211
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		20,23	19,28	19,05
10	$U_0, U_1$	$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$	0,55	0,180	0,147	0,134

**Podstawa przyjętych wartości  $N_U$** 

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m<sup>2</sup> wg średnich cen rynkowych.

Koszt obejmuje roboty dociepleniowe wraz z niezbędnymi pracami towarzyszącymi, takimi jak obróbki otworów okiennych, przedłużenie parapetów itp.

Biorąc pod uwagę zalecenia co do maksymalnej grubości izolacji, wariant o najlepszym współczynniku SPBT przewiduje docieplenie styropianem EPS 032 o grubości 18cm.

**Wybrany wariant- 3****Koszt : 12 211 zł****SPBT= 19,0 lat**

**6.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie****Przedsięwzięcie A.5 - Ocieplenie ściany frontowej dobudowanej części siłowni (SZN1)**

**Dane:** powierzchnia przegrody do obliczania strat energii cieplnej (netto)  $A = 31,2 \text{ m}^2$   
 powierzchnia okien wbudowanych, o powierzchni jednostkowej  $< 3 \text{ m}^2$   $A_{\text{okna}} = 0,0 \text{ m}^2$   
 powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia  $A_{\text{koszt}} = 31,2 \text{ m}^2$   
 współczynnik izolacyjności cieplnej przegrody  $U = 0,42 \text{ [W/(m}^2 \cdot \text{K)]}$

**Opis wariantów usprawnienia**

Jako metodę docieplenia ściany pochylej siłowni, Audytor proponuje ocieplenie wełną od wewnątrz. W tym celu należy rozebrać ściankę z karton gipsu, dołożyć izolację i nałożyć nową płytę kartonowo-gipsową. Aby ograniczyć grubość dodatkowej izolacji należy zastosować bardzo ciepłą wełnę, np. URSA AMBER 33 lub równoważną termicznie. Aby zanadto nie pomniejszać pomieszczenia ustalono, że należy uwzględnić grubości izolacji nie większe niż 18cm.

Materiał izolacyjny: wełna mineralna o współczynniku przewodności  $\lambda = 0,033 \text{ W/mK}$ .

Poniżej przedstawiono 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej. Do analizy wzięto pod uwagę tylko tzw. handlowe grubości izolacji (będące dostępne w sprzedaży).

wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego  $R \geq 5,0 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$

wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 5 cm większej niż w wariantcie 1

wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 3 cm większej niż w wariantcie 2

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej;	m		0,1	0,15	0,18
2	Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$		3,03	4,55	5,45
3	Opór cieplny $R$	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$	2,36	5,39	6,90	7,81
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	4,4	1,9	1,5	1,3
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A/(t_{w0}-t_{z0})/R$	MW	0,001	0,000	0,000	0,000
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru}$ $= (x_0 \cdot Q_{0U} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1U} \cdot O_{1z}) + 12(y_0 \cdot q_{0U} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1U} \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		190	222	236
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		198,54	211,66	219,99
8	Koszt realizacji usprawnienia $N_U$	zł		6 186	6 595	6 855
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		32,57	29,66	29,07
10	$U_0, U_1$	$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$	0,42	0,186	0,145	0,128

**Podstawa przyjętych wartości  $N_U$** 

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m<sup>2</sup> wg średnich cen rynkowych.

Koszt obejmuje roboty dociepleniowe wraz z niezbędnymi pracami towarzyszącymi.

Biorąc pod uwagę zalecenia co do maksymalnej grubości izolacji, wariant o najlepszym współczynniku SPBT przewiduje docieplenie wełną o grubości 18cm.

**Wybrany wariant- 3****Koszt : 6 855 zł****SPBT= 29,1 lat**

**6.2.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie****Przedsięwzięcie A.6. - Ocieplenie stropodachów niewentylowanych oraz tarasów (SD1, SD3)**

**Dane:** powierzchnia przegrody do obliczania strat  $A = 845,2 \text{ m}^2$   
 powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia  $A_{\text{kosz}} = 845,2 \text{ m}^2$   
 współczynnik izolacyjności cieplnej przegrody  $U = 0,83 \text{ [W/(m}^2 \cdot \text{K)]}$

**Opis wariantów usprawnienia**

Najlepszym sposobem ocieplenia stropodachów niewentylowanych oraz tarasów będzie ocieplenie od góry styropianem EPS 038 dach/podłoga. Należy zatem ocieplić górną warstwę stropodachu styropianem, i przykryć go wysokospecjalistyczną membraną z warstwą bitumiczną zbrojoną welonem, np. resitrix SKW. Ważnym jest by takie prace powinny być wykonane przez wyspecjalizowaną firmę. Takie rozwiązanie zagwarantuje długowieczność wykonanego pokrycia i brak problemów z przeciekaniem na przyszłość

Materiał izolacyjny: styropian dach/podłoga EPS 038  $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$ .

Poniżej przedstawiono 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej.

wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego  $R \geq 6,67 \text{ (m}^2 \text{ K)/W}$

wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 1 cm większej niż w wariantcie 1

wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 1 cm większej niż w wariantcie 2

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej;	m		0,21	0,22	0,23
2	Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	$\text{m}^2 \text{ K/W}$		5,53	5,79	6,05
3	Opór cieplny $R$	$\text{m}^2 \text{ K/W}$	1,20	6,73	6,99	7,25
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	236,3	42,2	40,6	39,2
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A/(t_{w0}-t_{z0})/R$	MW	0,027	0,005	0,005	0,004
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (x_0 \cdot Q_{0U} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1U} \cdot O_{1z}) + 12(y_0 \cdot q_{0U} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1U} \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		14 765	14 886	14 998
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		264,10	266,20	268,30
8	Koszt realizacji usprawnienia $N_U$	zł		223 209	224 984	226 759
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		15,118	15,114	15,120
10	$U_0, U_1$	$\text{W/m}^2 \text{ K}$	0,83	0,15	0,14	0,14

**Podstawa przyjętych wartości  $N_U$** 

Cena na podstawie oferty firmy Dachy Zielone sp. z o.o.

Koszt obejmuje roboty dociepleniowe wraz z niezbędnymi pracami towarzyszącymi.

Wariant o najlepszym współczynniku SPBT przewiduje docieplenie styropianem o grubości 22cm.

<b>Wybrany wariant- 2</b>	<b>Koszt : 224 984 zł</b>	<b>SPBT= 15,1 lat</b>
---------------------------	---------------------------	-----------------------

**6.2.6. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie****Przedsięwzięcie A.7. - Ocieplenie stropodachu wentylowanego nad basenem**

**Dane:**      powierzchnia przegrody do obliczania strat       $A = 686,6 \text{ m}^2$   
                  powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia       $A_{\text{kosz}} = 686,6 \text{ m}^2$   
                  współczynnik izolacyjności cieplnej przegrody  $U = 0,28 \text{ [W/(m}^2\cdot\text{K)]}$

**Opis wariantów usprawnienia**

Stropodach wentylowany został już ocieplony warstwą 15cm wełny mineralnej o współczynniku  $\lambda = 0,044 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ . Mimo to dołożenie dodatkowej warstwy wełny jest technicznie możliwe i stosunkowo tanie. Dlatego Audytor zaleca ułożenie dodatkowej warstwy wełny na już istniejącą.

Materiał izolacyjny: wełna mineralna o współczynniku  $\lambda = 0,039 \text{ W/mK}$ .

Poniżej przedstawiono 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej. Do analizy wzięto pod uwagę tylko tzw. handlowe grubości izolacji (będące dostępne w sprzedaży).

wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego  $R \geq 6,67 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$

wariant 2: o grubości warstwy izolacji najefektywniejszej z punktu widzenia SPBT

wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantie 2

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej;	m		0,12	0,18	0,2
2	Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	$\text{m}^2\cdot\text{K/W}$		3,08	4,62	5,13
3	Opór cieplny $R$	$\text{m}^2\cdot\text{K/W}$	3,64	6,71	8,25	8,76
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	85,7	46,4	37,8	35,5
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A/(t_{w0}-t_{z0})/R$	MW	0,008	0,005	0,004	0,003
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (x_0 \cdot Q_{0U} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1U} \cdot O_{1z}) + 12(y_0 \cdot q_{0U} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1U} \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		2 860	3 491	3 652
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		51,71	59,52	62,45
8	Koszt realizacji usprawnienia $N_U$	zł		35 505	40 868	42 878
9	$SPBT = N_U/\Delta O_{ru}$	lata		12,412	11,708	11,742
10	$U_0, U_1$	$\text{W/m}^2\cdot\text{K}$	0,28	0,15	0,12	0,11

**Podstawa przyjętych wartości  $N_U$** 

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m<sup>2</sup> wg średnich cen rynkowych.

Koszt obejmuje roboty dociepleniowe wraz z niezbędnymi pracami towarzyszącymi.

Wariant o najlepszym współczynniku SPBT przewiduje docieplenie wełną o grubości 18cm.

<b>Wybrany wariant- 2</b>	<b>Koszt : 40 868 zł</b>	<b>SPBT= 11,7 lat</b>
---------------------------	--------------------------	-----------------------

**6.2.7. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie****Przedsięwzięcie A.8 - Ocieplenie stropu nad podbaseniem wraz z niecką basenową**

**Dane:**

powierzchnia przegrody do obliczania strat  $A = 398,4 \text{ m}^2$   
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia  $A_{\text{koszt}} = 398,4 \text{ m}^2$   
współczynnik izolacyjności cieplnej przegrody  $U = 1,74 \text{ [W/(m}^2 \cdot \text{K)]}$

**Opis wariantów usprawnienia**

Zarówno strop nad podbaseniem jak i sama niecka basenowa wykonana jest z żelbetu bez żadnego ocieplenia. Straty ciepłe z basenu dużego do nieogrzewanej przestrzeni podbasenia są bardzo duże i zupełnie niepotrzebne.

Strop i nieckę basenową należy zaizolować styropianem od spodu.

Materiał izolacyjny: styropian o współczynniku przewodności  $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$ .

Aby właściwie obliczyć straty ciepłe z basenu do zamkniętej przestrzeni nieogrzewanej najlepiej posłużyć się symulacją strat wykonaną w programie Audytor OZC 6.6 pro.

Poniżej przedstawiono 4 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej. Do analizy wzięto pod uwagę tylko tzw. handlowe grubości izolacji (będące dostępne w sprzedaży):

wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego  $R \geq 4,0 \text{ (m}^2 \text{ K)/W}$

wariant 2: o grubości warstwy o 1cm większej niż w wariantcie 1

wariant 3: o grubości warstwy o 3cm większej niż w wariantcie 2

wariant 4: o grubości warstwy o 2cm większej niż w wariantcie 3

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	Grubość warstwy izolacji termicznej;	m		0,14	0,15	0,18	0,2
2	Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	$\text{m}^2 \text{ K/W}$		3,50	3,75	4,50	5,00
3	Opór cieplny $R$	$\text{m}^2 \text{ K/W}$	0,58	4,08	4,33	5,08	5,58
4	$Q_{0U}, Q_{1U}$ = wartości wyliczone programem OZC	GJ/a	88,1	38,2	36,7	32,8	30,7
5	$q_{0U}, q_{1U}$ = wartości wyliczone programem OZC	MW	0,0058	0,0019	0,0018	0,0016	0,0015
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (x_0 \cdot Q_{0U} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1U} \cdot O_{1z}) + 12(y_0 \cdot q_{0U} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1U} \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		3 444	3 539	3 786	3 923
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		71,00	72,50	77,00	80,00
8	Koszt realizacji usprawnienia $N_U$	zł		28 284	28 881	30 674	31 869
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		8,214	8,161	8,102	8,123
10	$U_0, U_1$	$\text{W/m}^2 \text{ K}$	1,74	0,25	0,23	0,20	0,18

**Podstawa przyjętych wartości  $N_U$** 

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia  $1 \text{ m}^2$  wg średnich cen rynkowych.

Wariant o najlepszym współczynniku SPBT przewiduje docieplenie styropianem EPS 040 o grubości 18cm.

<b>Wybrany wariant- 3</b>	<b>Koszt :</b>	<b>30 674 zł</b>	<b>SPBT=</b>	<b>8,1 lat</b>
---------------------------	----------------	------------------	--------------	----------------



## 6.2.8. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji

### Przedsięwzięcie B.9. - Likwidacja czterech okien drewnianych (ODREW S)

Dane: powierzchnia okien ogółem  $A_{ok} = 2,78 \text{ m}^2$   $V_{nom} = \Psi = 108 \text{ m}^3/\text{h}$   
 powierzchnia okien do zamurowania  $2,78 \text{ m}^2$   $V_{obl} = \Psi * C_m$   
 powierzchnia okien do wymiany  $0,00 \text{ m}^2$

- stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru  $C_w = 1,0$

- okna spełniają funkcję doprowadzenia powietrza wentylacyjnego

Okna znajdujące się w południowo zachodniej ścianie narzędziowni nie są zasłonięte od wewnętrznej strony i nie są potrzebne, do tego są stare bardzo nieszczelne i powodują tylko niepotrzebne straty. W związku z tym Audytor proponuje likwidację tych okien i zamurowanie otworów gazobetonem.

#### Charakterystyka okien przewidzianych do termomodernizacji

Lokalizacja	szer. [m]	wys. [m]	ilość	pow. [m <sup>2</sup> ]	wytyczne
Okna w narzędziowni koło kotłowni	0,98	0,71	4	2,78	zlikwidować

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	stan po
1	Współczynnik przenikania okien $U$	W/m <sup>2</sup> K	5,10	
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	$C_r$	-	1,2
		$C_m$	-	1,3
3	$Q_0, Q_1 = (8,64 * S_d * A_{ok} * U + 2,94 * C_r * C_w * V_{nom} * S_d) * 10^{-5} + Q_{0U}$ $Q_{1u} = 8,64 * 10^{-5} * S_d * A/R$	GJ/a	19,6	0,2
4	$q_0, q_1 = 10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U + 3,4 * 10^{-7} * V_{obl} * (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0024	0,0000
5	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ROK} + \Delta O_{RW} = (x_0 * Q_0 * O_{0z} - x_1 * Q_1 * O_{1z}) + 12(y_0 * q_0 * O_{0m} - y_1 * q_1 * O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		1 510
6	Koszt zamurowania otworów okiennych $N_{ok}$	zł		827
7	Koszt modernizacji wentylacji $N_w$	zł		-
8	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		0,5

#### Podstawa przyjętych wartości $N_u$

Przyjęto ceny jednostkowe robót murarskich wg średnich cen rynkowych.

Koszt zamurowania okien gazobetonem, otynkowania z wewnątrz i docieplenia zgodnie z wartościami w usprawnieniu A.3

cena za m <sup>2</sup> /szt.	ilość	wartość
297,00	2,8	827 zł

Koszt :	827 zł	SPBT=	0,5 lat
---------	--------	-------	---------

### 6.2.9. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji

#### Przedsięwzięcie B.10. - Wymiana starych okien aluminiowych w strefie basenowej (OALU S)

- okna nie spełniają funkcji doprowadzenia powietrza wentylacyjnego

Dane: powierzchnia okien  $A_{ok} = 96,0 \text{ m}^2$   $V_{nom} = \Psi = 4\,300 \text{ m}^3/\text{h}$   
 - suma obwodu okien  $I = 102,3 \text{ mb}$   $V_{obl} = \Psi * C_m$   
 $wsp. U = 1,96 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 - stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru  $C_w = 1,2$

#### Opis wariantów usprawnienia

Okna basenowe znajdujące się na elewacji północnej są w miarę szczelne lecz zimne. Powoduje to duże straty z przestrzeni basenu, gdzie utrzymuje się temperatura 26°C. Audytor proponuje wymienić je na nowe ciepłe okna PCV.

Lokalizacja okien	szer. [m]	wys. [m]	ilość	pow. [m2]	wytyczne
Okna na całej szerokości basenu dużego	27,70	2,16	1	59,83	wymienić
Okna na całej szerokości basenu małego	11,40	2,38	1	27,13	wymienić
Okna w korytarzu z centrum fitness do basenu małego	6,00	1,50	1	9,00	wymienić

**wariant 1:** okna PCV z szybą zespoloną, dwukomorową o współczynniku  $U_g=0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ , współczynnik profilu  $U_f=0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Liniowy współczynnik przenikania na styku szyby z ramą  $\Psi=0,032 \text{ W/m}^2\text{K}$  (ciepła ramka Swisspacer V)

**średni ważony współczynnik  $U_w$  dla okien = 0,8 W/m2\*K**

**wariant 2:** okna PCV z szybą zespoloną, dwukomorową o współczynniku  $U_g=0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ , współczynnik profilu  $U_f=0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Liniowy współczynnik przenikania na styku szyby z ramą  $\Psi=0,032 \text{ W/m}^2\text{K}$  (ciepła ramka Swisspacer V)

**średni ważony współczynnik  $U_w$  dla okien = 0,72 W/m2\*K**

Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynnik przenikania okien $U$	$\text{W/m}^2\text{K}$	1,96	0,8	0,72
2	Współczynnik korekcyjny dla wentylacji $a$	-	0,6	0,50	0,50
3	$Q_0, Q_1 = 8,64 * 10^{-5} * S_d * A_{ok} * U + Q_{inf}$	GJ/a	89,16	38,01	34,53
4	$Q_{0inf}, Q_{1inf} = 1,43 * 10^{-6} * a * I * \sum_{m=1}^{L_m} [t_{wo} - t_e(m)]^{5/3} * L_d(m)$	GJ/a	3,81	3,18	3,18
5	$q_0, q_1 = 10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U + 1,65 * 10^{-8} * a * I * (t_{w0} - t_{z0})^{5/3}$	MW	0,0088	0,0038	0,0035
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{rok} + \Delta O_{rw} = (x_0 * Q_0 * O_{0z} - x_1 * Q_1 * O_{1z}) + 12(y_0 * q_0 * O_{0m} - y_1 * q_1 * O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		3 732	3 986
7	Koszt wymiany okien $N_{ok}$	zł		86 368	99 323
8	Koszt modernizacji wentylacji $N_w$	zł		-	-
9	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		23,1	24,9

#### Podstawa przyjętych wartości $N_U$

Przyjęto ceny jednostkowe wymiany okien według oferty firmy DG System z Wejherowa

	cena za m2	ilość	wartość
wariant 1: wymiana na okna o $U_w = 0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$	900	96,0	86 368 zł
wariant 2 : wymiana na okna o $U_w = 0,72 \text{ W/m}^2\text{K}$	1035	96,0	99 323 zł

Kosztorys na okna obejmuje cenę okien i materiałów pomocniczych, transport, demontaż starych okien, montaż nowych okien.

Wariant o najlepszym współczynniku SPBT przewiduje wymianę obecnych okien na okna PCV z szybą o współczynniku  $U_g=0,7 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  i profilem o współczynniku  $U_f=0,9 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Wybrany wariant- 1	Koszt : 86 368 zł	SPBT= 23,1 lat
--------------------	-------------------	----------------

### 6.2.10. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji

#### Przedsięwzięcie B.11. - Wymiana starych okien metalowych w stacji uzdatniania wody (OMET S)

##### Dane:

powierzchnia okien do wymiany 18,0 m<sup>2</sup>  $V_{nom} = \Psi = 397 \text{ m}^3/\text{h}$   
 $V_{obl} = \Psi * C_m$   
 - stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru  $C_w = 1,0$   
 - okna spełniając funkcję doprowadzenia powietrza wentylacyjnego

##### Opis wariantów usprawnienia

Okna stacji uzdatniania wody to pojedyncza szyba oprawiona w metalowy ceownik. Straty przez te okna są bardzo duże.

Lokalizacja okien	szer. [m]	wys. [m]	ilość	pow. [m <sup>2</sup> ]	wytyczne
Zachodnie okna stacji uzdatniania wody	1,00	2,00	9	18,00	wymienić

**wariant 1:** okna PCV z szybą zespoloną, dwukomorową o współczynniku  $U_g=0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ , współczynnik profilu  $U_f=0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Liniowy współczynnik przenikania na styku szyby z ramą  $\Psi=0,032 \text{ W/m}^2\text{K}$  (ciepła ramka Swisspacer V)

**współczynnik  $U_w$  dla okien = 0,88 W/m<sup>2</sup>K**

**wariant 2:** okna PCV z szybą zespoloną, dwukomorową o współczynniku  $U_g=0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ , współczynnik profilu  $U_f=0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Liniowy współczynnik przenikania na styku szyby z ramą  $\Psi=0,032 \text{ W/m}^2\text{K}$  (ciepła ramka Swisspacer V)

**współczynnik  $U_w$  dla okien = 0,81 W/m<sup>2</sup>K**

Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynnik przenikania okien $U$	W/m <sup>2</sup> K	5,00	0,88	0,81
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	$C_r$	-	1,0	1,0
		$C_m$	-	1,0	1,0
3	$Q_0, Q_1 = (8,64 * S_d * A_{ok} * U + 2,94 * C_r * C_w * V_{nom} * S_d) * 10^{-5}$	GJ/a	95,3	52,6	52,0
4	$q_0, q_1 = 10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U + 3,4 * 10^{-7} * V_{obl} * (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0101	0,0057	0,0057
5	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{rok} + \Delta O_{rw} = (X_0 * Q_0 * O_{0z} - X_1 * Q_1 * O_{1z}) + 12(y_0 * q_0 * O_{0m} - y_1 * q_1 * O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		3 156	3 196
6	Koszt wymiany okien $N_{ok}$	zł		16 200	18 630
7	Koszt modernizacji wentylacji $N_w$	zł		-	-
8	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		5,1	5,8

##### Podstawa przyjętych wartości $N_u$

Przyjęto ceny jednostkowe wymiany okien według oferty firmy DG System z Wejherowa

	cena za m <sup>2</sup>	ilość	wartość
wariant 1: wymiana na okna o $U_w = 0,88 \text{ W/m}^2\text{K}$	900	18,0	16 200 zł
wariant 2 : wymiana na okna o $U_w = 0,81 \text{ W/m}^2\text{K}$	1035	18,0	18 630 zł

Kosztorys na okna obejmuje cenę okien i materiałów pomocniczych, transport, demontaż starych okien, montaż nowych okien.

Wariant o najlepszym współczynniku SPBT przewiduje wymianę obecnych okien na okna PCV z szybą o współczynniku  $U_g=0,7 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  i profilem o współczynniku  $U_f=0,9 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Wybrany wariant- 1	Koszt : 16 200 zł	SPBT= 5,1 lat
--------------------	-------------------	---------------

### 6.2.11. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji

#### Przedsięwzięcie B.12. - Wymiana witryny basenu dużego od południa (O FRONT)

- okna nie spełniają funkcji doprowadzenia powietrza wentylacyjnego

Dane: powierzchnia witryny  $A_{ok} = 105,6 \text{ m}^2$   $V_{nom} = \Psi = 4\,300 \text{ m}^3/\text{h}$   
 - suma obwodu okien  $l = 56,8 \text{ mb}$   $V_{obl} = \Psi * C_m$   
 wsp. U  $4,79 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 - stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru  $C_w = 1,2$

#### Opis wariantów usprawnienia

Stara witryna znajdująca się na elewacji południowej jest bardzo zimna, i nieszczelna. Powoduje to duże straty z przestrzeni basenu, gdzie utrzymuje się temperatura 26°C. Audytor proponuje wymienić ją na nową witrynę aluminiową zbudowaną z dużo większych połaci szklanych (minimalizacja zimniejszego profilu).

Lokalizacja okien	szer. [m]	wys. [m]	ilość	pow. [m2]	wytyczne
Witryna basenu dużego od południa	24,00	3,7/5,1	1	105,60	wymienić

**wariant 1:** witryna o całkowitym współczynniku przenikania ciepła  $U_w = 0,8 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

**wariant 2:** witryna o całkowitym współczynniku przenikania ciepła  $U_w = 0,7 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynnik przenikania okien U	W/m <sup>2</sup> K	4,79	0,8	0,7
2	Współczynnik korekcyjny dla wentylacji a	-	0,7	0,50	0,50
3	$Q_0, Q_1 = 8,64 * 10^{-5} * S_d * A_{ok} * U + Q_{inf}$	GJ/a	232,00	40,10	35,31
4	$Q_{0inf}, Q_{1inf} = 1,43 * 10^{-6} * a * l * \sum_{m=1}^{L_s} [t_{w0} - t_c(m)]^{5/3} * L_d(m)$	GJ/a	2,47	1,76	1,76
5	$q_0, q_1 = 10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U + 1,65 * 10^{-8} * a * l * (t_{w0} - t_{z0})^{5/3}$	MW	0,0226	0,0040	0,0035
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{rok} + \Delta O_{rw} = (x_0 * Q_0 * O_{0z} - x_1 * Q_1 * O_{1z}) + 12(y_0 * q_0 * O_{0m} - y_1 * q_1 * O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		13 985	14 334
7	Koszt wymiany witryny $N_{ok}$	zł		154 375	179 717
8	Koszt modernizacji wentylacji $N_w$	zł		-	-
9	SPBT = $(N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		11,0	12,5

#### Podstawa przyjętych wartości $N_U$

Przyjęto cenę nowej witryny wraz z kosztami robocizny według oferty firmy DG System z Wejherowa

	wartość
wariant 1: koszt witryny $U_w = 0,8 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	126 707 pln
wariant 2: koszt witryny $U_w = 0,7 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	152 048 pln
wspólny koszt robocizny + materiały dodatkowe	27 669 pln

Kosztorys na okna obejmuje cenę okien i materiałów pomocniczych, transport, demontaż starych okien, montaż nowych okien.

Wariant o najlepszym współczynniku SPBT przewiduje wymianę obecnej witryny na nową o współczynniku  $U = 0,8 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Wybrany wariant- 1	Koszt : 154 375 zł	SPBT= 11,0 lat
--------------------	--------------------	----------------

# 6.2.12. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji

## Przedsięwzięcie B.13. - Wymiana drzwi aluminiowych z basenu od północy (DALU S)

- drzwi nie spełniają funkcji doprowadzenia powietrza wentylacyjnego

Dane: powierzchnia drzwi  $A_{ok} = 4,4 \text{ m}^2$   $V_{nom} = \Psi = 4\,300 \text{ m}^3/\text{h}$   
- suma obwodu drzwi  $I = 8,7 \text{ mb}$   $V_{obl} = \Psi * C_m$   
wsp. U  $2,30 \text{ W/m}^2\text{K}$   
- stopień wyekspozowania budynku na działanie wiatru  $C_w = 1,2$

### Opis wariantów usprawnienia

stare drzwi aluminiowe znajdujące się po lewej stronie (patrząc od wewnątrz pomieszczenia) okien północnych są stare i już nieco nieszczelne. W związku z wyższą temperaturą na basenie i wysoką wilgotnością straty przez te drzwi są duże. Audytor zaleca wymianę tych drzwi na nowe drzwi PCV.

Lokalizacja drzwi	szer. [m]	wys. [m]	ilość	pow. [m2]	wytyczne
drzwi z basenu dużego od północy	1,57	2,80	1	4,40	wymienić

Usprawnienie obejmuje wymianę drzwi istniejących na ciepłe aluminiowe, o parametrze izolacyjności cieplnej  $U=1,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	po zmianie
1	Współczynnik przenikania okien U	$\text{W/m}^2\text{K}$	2,30	1,3
2	Współczynnik korekcyjny dla wentylacji a	-	0,7	0,50
3	$Q_0, Q_1 = 8,64 * 10^{-5} * S_d * A_{ok} * U + Q_{inf}$	GJ/a	4,97	2,86
4	$Q_{0inf}, Q_{1inf} = 1,43 * 10^{-6} * a * l * \sum_{m=1}^{L_g} [t_{wo} - t_e(m)]^{5/3} * L_d(m)$	GJ/a	0,38	0,27
5	$q_0, q_1 = 10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U + 1,65 * 10^{-8} * a * l * (t_{w0} - t_{z0})^{5/3}$	MW	0,0005	0,0003
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{rok} + \Delta O_{rw} = (x_0 * Q_0 * O_{0z} - x_1 * Q_1 * O_{1z}) + 12(y_0 * q_0 * O_{0m} - y_1 * q_1 * O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		154
7	Koszt wymiany drzwi $N_{ok}$	zł		4 000
8	Koszt modernizacji wentylacji $N_w$	zł		-
9	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		25,9

### Podstawa przyjętych wartości $N_u$

Przyjęto orientacyjną cenę drzwi wraz z montażem według średnich cen rynkowych.

Kosztorys na drzwi obejmuje cenę drzwi i materiałów pomocniczych, transport, demontaż starych drzwi, montaż nowych.

Koszt :	4 000 zł	SPBT=	25,9 lat
---------	----------	-------	----------

### 6.2.13. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji

#### Przedsięwzięcie B.14. - Likwidacja nieużywanych drzwi drewnianych od zachodu (D DREW S)

Dane:	powierzchnia drzwi	$A_{ok} =$	1,94	m <sup>2</sup>	$V_{nom} = \Psi =$	30	m <sup>3</sup> /h
	powierzchnia drzwi do zamurowania		1,94	m <sup>2</sup>	$V_{obl} = \Psi * C_m$		
	powierzchnia drzwi do wymiany		0,00	m <sup>2</sup>			
	- stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru				$C_w =$	1,0	

stare drzwi drewniane prowadzące z tarasu nad stacją uzdatniania wody do pomieszczeń przy basenie dużym są od dawna nieużywane. Za zgodą administratora obiektu Audytor proponuje ich likwidację i zamurowanie otworu gazobetonem.

#### Charakterystyka drzwi przewidzianych do termomodernizacji

Lokalizacja	szer. [m]	wys. [m]	ilość	pow. [m <sup>2</sup> ]	wytyczne
Drzwi od zachodu prowadzące z magazynu przy basenie na taras	0,97	2,00	1	1,94	zlikwidować

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	stan po
1	Współczynnik przenikania okien $U$	W/m <sup>2</sup> K	5,10	
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	$C_r$	-	1,2
		$C_m$	-	1,3
3	$Q_0, Q_1 = (8,64 * S_d * A_{ok} * U + 2,94 * C_r * C_w * V_{nom} * S_d) * 10^{-5} + Q_{0U}$ $Q_{1u} = 8,64 * 10^{-5} * S_d * A/R$	GJ/a	7,4	0,1
4	$q_0, q_1 = 10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U + 3,4 * 10^{-7} * V_{obl} * (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0009	0,0000
5	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ROK} + \Delta O_{RW} = (x_0 * Q_0 * O_{0z} - x_1 * Q_1 * O_{1z}) + 12(y_0 * q_0 * O_{0m} - y_1 * q_1 * O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		567
6	Koszt zamurowania otworów okiennych $N_{ok}$	zł		576
7	Koszt modernizacji wentylacji $N_w$	zł		-
8	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		1,0

#### Podstawa przyjętych wartości $N_u$

Przyjęto ceny jednostkowe robót murarskich wg średnich cen rynkowych.

Koszt zamurowania okien gazobetonem, otynkowania z wewnątrz i docieplenia zgodnie z wartościami w usprawnieniu A.3	cena za m <sup>2</sup> /szt.	ilość	wartość
	297,00	1,9	576 zł

**Koszt : 576 zł      SPBT= 1,0 lat**

### 6.2.14. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji

#### Przedsięwzięcie B.15. - Wymiana drzwi metalowych do kotłowni (DMET S)

Dane: powierzchnia drzwi do wymiany  $A_{ok} = 4,4 \text{ m}^2$   $V_{nom} = \Psi = 324 \text{ m}^3/\text{h}$   
 $V_{obl} = \Psi * C_m$

- stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru  $C_w = 1,0$
- drzwi spełniają funkcję doprowadzenia powietrza wentylacyjnego

Istniejące drzwi zewnętrzne prowadzące do pomieszczenia węzła cieplnego są to stare drzwi metalowe. Dodatkowo między futryną, a skrzydłem są duże szpary co powoduje bardzo dużą infiltrację zimnego powietrza.

#### Opis usprawnienia

W związku z tym, że drzwi te muszą być wytrzymałe, proponuje się wymienić je na drzwi metalowe izolowane, o parametrze izolacyjności cieplnej  $U_c = 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ .

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	po zmianie
1	Współczynnik przenikania okien $U$	$\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$	5,60	1,3
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	$C_r$	1,2	1,00
		$C_m$	1,3	1,00
3	$Q_0, Q_1 = (8,64 * S_d * A_{ok} * U + 2,94 * C_r * C_w * V_{nom} * S_d) * 10^{-5}$	GJ/a	52,8	39,0
4	$q_0, q_1 = 10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U + 3,4 * 10^{-7} * V_{obl} * (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0064	0,0044
5	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{rOK} + \Delta O_{rW} = (x_0 * Q_0 * O_{0z} - x_1 * Q_1 * O_{1z}) + 12(y_0 * q_0 * O_{0m} - y_1 * q_1 * O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		1 132
6	Koszt wymiany drzwi $N_{ok}$	zł		4 000
7	Koszt modernizacji wentylacji $N_w$	zł		-
8	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		3,5

#### Podstawa przyjętych wartości $N_U$

Przyjęto orientacyjną cenę drzwi wraz z montażem według średnich cen rynkowych.

Kosztorys na drzwi obejmuje cenę drzwi i materiałów pomocniczych, transport, demontaż starych drzwi, montaż nowych.

Wybrany wariant	Koszt : 4 000 zł	SPBT= 3,5 lat
-----------------	------------------	---------------



**6.2.15. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na poprawie systemu wentylacji****Przedsięwzięcie C.16. - Zmniejszenie strat na wentylacji na basenach****Stan obecny**

W chwili obecnej wentylację basenów obsługują dwie centrale nawiewne zlokalizowane na podbaseniu oraz dwa stare wentylatory wyciągowe zlokalizowane w przestrzeni stropodachu wentylowanego nad basenem. Wydatek systemu to około 7800m<sup>3</sup>/h. Jednakże te dwie sekcje (nawiewna i wyciągowa) pracują wg. niezależnych nastaw wydajności na poszczególnych dwu-trzy biegowych wentylatorach pasowych między którymi nie ma komunikacji na poziomie jakiegokolwiek automatyki. Dodatkową stratą jest to, że ciepłe powietrze wyciągane z basenu o temp. np 30°C jest wyrzucane na zewnątrz bez jakiegokolwiek rekuperacji (odzysku ciepła do powietrza nawiewanego), zaś powietrze nawiewane czerpane z zewnątrz wymaga podgrzewu z np. -16°C do 40°C (56°K). W systemach z odzyskiem ciepła o wysokiej sprawności można zredukować wymaganą wielkość podgrzewu z 27°C do 40°C (13°K). Aktualnie istniejąca centrala nawiewna posiada zbyt mały maksymalny wydatek, aby utrzymać odpowiednią wilgotność w hali basenowej, dlatego układ wspomagany jest poprzez otwarcie okien w hali basenowej co powoduje jeszcze większe straty ciepła. Wszystko to powoduje, że straty ciepłe są bardzo duże, a system wentylacji na basenach nie spełnia swojego zadania (osuszanie).

**Opis propozycji usprawnienia**

Aby ograniczyć straty ciepłe oraz znacznie podnieść komfort użytkowania basenów Audytor proponuje całkowite zlikwidowanie obecnego systemu wentylacji i zamontowanie dwóch (osobno na basen mały i duży) central nawiewno wyciągowych z odzyskiem ciepła.

Do analizy przyjęto centrale wentylacyjne firmy Dan-Poltherm z Rusocina, specjalizującej się w centralach basenowych.

Jako najoptymalniejsze rozwiązanie wybrano centrale DP CF Pool Basic z podwójnym przeciwprądowym wymiennikiem ciepła o temperaturowej sprawności odzysku ciepła powyżej 90%. Sekcja recyrkulacji sterowana jest automatyką w funkcji utrzymania odpowiednich parametrów wilgotnościowych powietrza wewnątrz hali basenowej. Dzięki temu, średnia ilość powietrza świeżego w okresie grzewczym stanowi tylko około 50% nominalnego wydatku.

**Obliczenia**

Dane na podstawie obliczeń w programie audytor OZC 6.6 Pro

**Stan obecny**

wydatek systemu	7800	m <sup>3</sup> /h
czas pracy centrali nawiewnej i wentylatorów wyciągowych:	24h/dobę 365 dni w roku	
<b>zapotrzebowanie na moc grzewczą na potrzeby wentylacji w strefie basenowej</b>	<b>162 kW</b>	
<b>wielkość strat energii cieplnej na potrzeby wentylacji w strefie basenowej</b>	<b>1 946,8 GJ/rok</b>	

**Po zmianach**

Dane do obliczeń	Mały basen	Duży basen	suma
model centrali	DP 6-9 CF	DP 15-18 CF	
Wydatek nominalny [m <sup>3</sup> /h]	9 600	18 500	28 100
średni stopień recyrkulacji [%]	50%	50%	50%
ilość świeżego powietrza do ogrzania [m <sup>3</sup> /h]	4 800	9 250	<b>14 050</b>
sprawność odzysku ciepła	90%	90%	<b>90%</b>

<b>zapotrzebowanie na moc grzewczą na potrzeby wentylacji w strefie basenowej</b>	<b>72,357 kW</b>
<b>wielkość strat energii cieplnej na potrzeby wentylacji w strefie basenowej</b>	<b>528,74 GJ/rok</b>

Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	stan projektowany
1	Straty $Q_{ve} = H \cdot (\theta_{int} - \theta_{e}) \cdot tM$ [kWh]	GJ/a	1946,8	528,7
2	$Q = V \times \rho \times c_p \times \Delta T, kW$	MW	0,1618	0,0724
3	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{rok} + \Delta O_{rw} = (x_0 \cdot Q_0 \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_1 \cdot O_{1z}) + 12(y_0 \cdot q_0 \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_1 \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		93 668
4	Koszt usprawnienia	zł		1 214 869
5	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		13,0

**Podstawa przyjętych wartości kosztowych:**

Na podstawie oferty firmy Dan-Poltherm

oferta obejmuje:

opis	cena
centrala DP 15-18 CF	295 349
centrala DP 6-9 CF	183 229
koszt robocizny wraz z materiałami dodatkowymi	635 639
system sterowania oraz zdalnej wizualizacji DP ViewNet	36 885
panel pomieszczeniowy	2 943
podłączenie i rozruch	10 824
dodatkowe roboty budowlane	50 000
<b>suma</b>	<b>1 214 869</b>

<b>Koszt :</b>	<b>1 214 869 zł</b>	<b>SPBT=</b>	<b>13,0 lat</b>
----------------	---------------------	--------------	-----------------

### 6.2.16. Ocena i wybór przedsięwzięcia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej

#### Przedsięwzięcie D.17. - Zmniejszenie strat na dystrybucji ciepłej wody użytkowej

##### Stan obecny

Ciepła woda na cele użytkowe wytwarzana jest w dwóch zasobnikach podgrzewanych z węzła cieplnego zasilanego z GEPEC Tczew. Cały system działa poprawnie jednak pompa cyrkulacyjna posiada jedynie włącznik w skrzynce elektrycznej. W praktyce cyrkulacja CWU działa cały czas bez przerw.

##### Opis propozycji usprawnienia

Basen pracuje (jest użytkowany) od poniedziałku do piątku w godzinach od 6:40 do 22:00 i w weekendy od 7:25 do 21:00 i tylko w tych godzinach potrzebna jest ciepła woda.

Aby sterować pompą cyrkulacyjną zgodnie z potrzebami wystarczy zamontować w skrzynce sterującej pracą pompy cyrkulacyjnej programator tygodniowy.

Dzięki temu będzie można zaprogramować pracę pompy tak by pracowała tylko w godzinach użytkowania budynku, a więc 104 godziny w tygodniu.

##### Analiza ekonomiczna usprawnienia

dane:

zmierzone zapotrzebowanie na CWU	5 473	l/doba
ilość dni pracujących	365	dni/rok
orientacyjne zapotrzebowanie na CWU	1997,6	m3/rok
zapotrzebowanie na ciepło użytkowe dla CWU	104 627	kWh/rok

sprawności cząstkowe systemu CWU	obecnie	po zmianach
sprawność wytwarzanie ciepła w węźle $\eta_{w,g}$	0,98	0,98
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,p}$	0,6	<b>0,7</b>
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	0,85	0,85
sprawność sezonowa wykorzystania	1	1
Sprawność całkowita $\eta_{tot}$	0,50	<b>0,58</b>
udział w przygotowaniu CWU dla budynku	100%	100%
zapotrzebowanie na ciepło końcowe dla CWU [kWh/rok]	209 337,0	179 431,8
zapotrzebowanie na ciepło końcowe dla CWU [GJ/rok]	753	645
koszt energii dla źródła [pIn/GJ]	41,89	41,89

Obliczenie oszczędności dla produkcji ciepłej wody użytkowej

Lp.		Jedn.	przed	po
1.	Koszt przygotowania cwu	zł/a	31 546	27 040
2.	Oszczędność	zł/a		4 507
3.	Koszt modernizacji	zł		400
4.	SPBT	lata		0,1

##### Podstawa przyjętych wartości $N_{cu}$

Na podstawie średnich cen rynkowych urządzeń i robocizny

pozycja	wartość
robocizna	100
tygodniowy programator elektroniczny	300
suma	400

<b>KOSZT</b>	400 zł	<b>SPBT</b>	0,1 lat
--------------	--------	-------------	---------

### 6.2.17. Ocena i wybór przedsięwzięcia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej

#### Przedsięwzięcie D.18. - Wykorzystanie OZE w produkcji CWU

##### Stan obecny

Ciepła woda na cele użytkowe wytwarzana jest w 100% węźle cieplnym zasilanym z GPEC Tczew.

##### Opis propozycji usprawnienia

Centralny system przygotowania CWU daje możliwość wykorzystania dodatkowego źródła ciepła do produkcji CWU jakim są kolektory słoneczne.

Należy zastosować 80 kolektorów płaskich z powierzchnią absorbera nie mniejszą niż 2,19 m<sup>2</sup>/ kolektor, oraz sprawnością optyczną nie mniejszą niż 80%. Do tego należy dobrać zasobniki CWU z jedną węzownicą o zwiększonej pojemności (mocy grzewczej) o łącznej pojemności 8 000 l. Zasobniki powinny posiadać izolację termiczną z pianki poliuretanowej o grubości 10cm.

System należy podłączyć do istniejącego w następujący sposób: Zimna woda z sieci powinna wchodzić do zasobników ustawionych równolegle, a następnie z nich, wstępnie podgrzana woda przez kolektory przekazana jest do istniejących zasobników zasilanych z GPEC Tczew w celu ewentualnego dogrzania. Na wyjściu z istniejących zasobników należy zamontować mieszacz wody ciepłej i zimnej tak by woda trafiająca do obiegu miała temperaturę nie wyższą niż 55°C. Ma to zapobiec oparzeniu użytkowników. Ważne jest by wyjścia z poszczególnych zasobników były zrównoważone hydraulicznie, aby rozbiór CWU dokonywał się w sposób równomierny.

##### Analiza ekonomiczna usprawnienia

dane:

orientacyjne roczne zapotrzebowanie na CWU	1997,6	m3/rok
zapotrzebowanie na ciepło użytkowe dla CWU	104 627	kWh/rok
zapotrzebowanie na ciepło końcowe (w węźle) dla CWU	209 337	kWh/rok

ilość kolektorów płaskich	80	szt.
ilość wytworzonej energii na kolektorach	97 120	kWh/rok
sprawność systemu CWU (dotycząca solarów)	85	%
ilość wytworzonej energii w zasobniku solarnym	82 552	kWh/rok
sprawność przesyłu CWU od zasobników do kranów	70	%
ilość wykorzystanej energii użytkowej z kolektorów	57 786	kWh/rok
Procentowe pokrycie energii użytkowej na przygotowanie CWU z kolektorów	55,23	%

koszt energii z węzła cieplnego	41,89	pln/GJ
koszt energii z węzła cieplnego	0,151	pln/kWh
wartość skonsumowanej energii cieplnej z kolektorów	<b>12 440</b>	pln/rok
Orientacyjny koszt inwestycji brutto	354 000	pln
prosty okres zwrotu z inwestycji SPBT	<b>28,5</b>	lat

##### Podstawa przyjętych wartości $N_{cu}$

Przyjęto orientacyjne ceny rynkowe materiałów i robocizny na poszczególne składniki systemu.

materiał	ilość	cena jedn.	wartość
kolektor płaski	80	1 800	144 000
grupy pompowe ze sterownikiem	11	2 000	22 000
zasobnik CWU solarny 1000l	8	11 000	88 000
robocizna i pozostałe materiały	1	100 000	100 000
		suma	354 000

<b>KOSZT</b>	354 000 zł	<b>SPBT</b>	28,5 lat
--------------	------------	-------------	----------

**6.2.18. Ocena przesiewzienia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na energię elektryczną na potrzeby oświetlenia.**
**Przedsięwzięcie E.19. - Zmniejszenie kosztów energii elektrycznej- oświetlenie**
**Stan obecny**

Oświetlenie na basenie jest w miarę nowe, jednakże moc tego oświetlenia jest duża co przy użytkowaniu 7 dni w tygodniu generuje duże koszty. W związku z powyższym zdecydowano by przeanalizować opłacalność wymiany istniejących opraw na energooszczędne oprawy LED.

Stan istniejący- inwentaryzacja oświetlenia na dużym basenie

Pomieszczenie	Rodzaj źródła	ilość opraw	moc oprawy [W]	moc zainstalowana [W]	Czas pracy ( h / doba )	czas pracy h/rok	zużycie energii kWh/rok	roczny koszt oświetlenia [pln]
Basen duży	oprawy żarowe	16	450	7200	6	2190	15 768	9599,3
suma		16				suma	15 768	9 599

**Opis propozycji usprawnienia**

Jako zamiennik opraw istniejących wybrano oprawy PHILIPS BVP651 35K 1xEco/740 A60 LO o mocy 252W

Oświetlenie po zmianach- tylko pomieszczenia przewidziane do modernizacji oświetlenia.

Pomieszczenie	Nazwa nowej oprawy	ilość opraw	moc oprawy [W]	moc zainstalowana [W]	Czas pracy ( h / doba )	czas pracy h/rok	zużycie energii kWh/rok	roczny koszt oświetlenia [pln]
Basen duży	BVP651 35K 1xEco/740 A	16	252	4032	6	2190	8 830	5375,6
suma		16		4 032			8 830	5 376

**Analiza opłacalności zmiany oświetlenia**

Obliczenie oszczędności dla zmiany oświetlenia

Lp.		Jedn.	przed	po
1.	Zapotrzebowanie na energię elektryczną	kWh	15 768,0	8 830,1
2.	Zapotrzebowanie mocy	MW	0,0072	0,0040
3.	koszt obsługi oświetlenia	zł/rok	11 055	6 191
4.	Oszczędność	zł/rok		4 864
7.	Całkowity koszt modernizacji	zł		<b>205 558</b>
6.	SPBT	lata		42,3

Koszty wykonania modernizacji:

pozycja	wartość [pln]
koszt opraw	189 558
koszt montażu nowych opraw	16 000
suma	205 558

Koszt nowych opraw wraz z wymianą podano na podstawie oferty firmy ViTom Light & Energy Tomasz Przytarski

<b>Koszt :</b>	<b>205 558 zł</b>	<b>SPBT=</b>	<b>42,3 lat</b>
----------------	-------------------	--------------	-----------------

### 6.2.19. Ocena i wybór przedsięwzięcia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia strat wody basenowej

#### Przedsięwzięcie F.20. - Zmniejszenie strat na wodzie basenowej

##### Stan obecny

W stanie obecnym system przelewowy wody z basenów jest tak wykonany, że woda ta nie jest odzyskiwana tylko trafia bezpośrednio do kanalizacji. Dziennie obsługa musi dolewać 50m<sup>3</sup> wody by uzupełnić ubytki. Jeśli odejmiemy stratę z tytułu parowania wody (około 3m<sup>3</sup>) to pozostała ilość (47m<sup>3</sup>) to czysta strata wody o temperaturze 28°C.

##### Opis propozycji usprawnienia

Aby zmienić ten stan należy zamontować przepompownię z systemem filtrów i uzdatniania wody lampą UV i całą wodę, która się przelewa z basenu skierować do tego systemu odzysku wody.

##### Analiza ekonomiczna usprawnienia

dane:

ilości wody tracone z basenów	47,0	m <sup>3</sup> /dobę
	17 155	m <sup>3</sup> /rok
koszt zimnej wody	3,85	pln/m <sup>3</sup>
opłata za ścieki	5,92	pln/m <sup>3</sup>
roczny koszt wody traconej (woda + ścieki)	<b>167 539,16</b>	<b>pln/rok</b>

obliczenie kosztu podgrzania wody z 10 do 28°C

ciepło właściwe wody	4,19	kJ/kg*deg
gęstość wody	1000	kg/m <sup>3</sup>
ilości wody dolewane do basenu	17 155	m <sup>3</sup> /rok
temperatura wody w basenie	28	°C
temperatura wody zimnej	10	°C
roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego na podgrzanie wody dolewanej do basenu	359 397	kWh/rok
	1 292,8	GJ/rok
koszt energii cieplnej w węźle cieplnym	41,89	pln/GJ
roczny koszt podgrzania wody dolewanej do basenu	<b>54 160,13</b>	<b>pln/rok</b>

wspólny koszt wody, ścieków i podgrzania	<b>221 699</b>	pln/rok
Orientacyjny koszt inwestycji brutto	170 000	pln
prosty okres zwrotu z inwestycji SPBT	<b>0,8</b>	lat

##### Podstawa przyjętych wartości N<sub>cu</sub>

Koszty inwestycyjne przyjęto na podstawie oferty firmy ENERGOAGVA z Tczewa

<b>KOSZT</b>	170 000 zł	<b>SPBT</b>	0,8 lat
--------------	------------	-------------	---------

### 6.3. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT

Lp.		Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty przedsięwzięcia	SPBT lata
1	D.17	Zmniejszenie strat na dystrybucji ciepłej wody użytkowej	400	0,10
2	B.9	Likwidacja czterech okien drewnianych (ODREW S)	827	0,50
3	F.20	Zmniejszenie strat na wodzie basenowej	170 000	0,77
4	B.14	Likwidacja nieużywanych drzwi drewnianych od zachodu (D DREW S)	576	1,00
5	B.15	Wymiana drzwi metalowych do kotłowni (DMET S)	4 000	3,50
6	B.11	Wymiana starych okien metalowych w stacji uzdatniania wody (OMET S)	16 200	5,10
7	A.3	Ocieplenie ściany zewnętrznej z cegły pełnej (SZ2)	191 476	5,99
8	A.8	Ocieplenie stropu nad podbaseniem wraz z niecką basenową	30 674	8,10
9	B.12	Wymiana witryny basenu dużego od południa (O FRONT)	154 375	11,00
10	A.7	Ocieplenie stropodachu wentylowanego nad basenem	40 868	11,71
11	C.16	Zmniejszenie strat na wentylacji na basenach	1 214 869	12,97
12	A.6	Ocieplenie stropodachów niewentylowanych oraz tarasów (SD1, SD3)	224 984	15,11
13	A.4	Ocieplenie ściany zewnętrznej pod oknami pływalni od południa (SZ3)	12 211	19,05
14	B.10	Wymiana starych okien aluminiowych w strefie basenowej (OALU S)	86 368	23,10
15	B.13	Wymiana drzwi aluminiowych z basenu od północy (DALU S)	4 000	25,90
16	D.18	Wykorzystanie OZE w produkcji CWU	354 000	28,46
17	A.5	Ocieplenie ściany frontowej dobudowanej części siłowni (SZN1)	6 855	29,07
18	A.2	Ocieplenie ściany zewnętrznej z cegły pełnej + styropian 8cm (SZ1)	54 875	39,14
19	E.19	Zmniejszenie kosztów energii elektrycznej- oświetlenie	205 558	42,30
<b>RAZEM</b>			<b>2 773 115</b>	

#### 6.4. Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego

##### Przedsięwzięcie CO.1. - Podwyższenie sprawności instalacji centralnego ogrzewania

Dane:

zapotrzebowanie na ciepło $Q_{0co}$	= 3258,91 GJ/a
zapotrzebowanie na moc grzewczą $\Phi_{HL}$	= 370,68 kW
sprawność systemu CO w stanie obecnym $\eta_0$	= 0,78
współczynnik przerw na ogrzewaniu w okresie doby $w_{d0}$	= 1
współczynnik przerw na ogrzewaniu w okresie tygodnia $w_{t0}$	= 1

Ciepło na potrzeby ogrzewania w stanie istniejącym wytwarzane jest w węźle cieplnym zasilanym z sieci ciepłowniczej GPEC Tczew. Węzeł z 2011 roku jest bardzo dobrze zaizolowany. Ciepło rozprowadzane jest po budynku rurami stalowymi, które są w większości zabudowane. Same rury są w dobrym stanie technicznym i nie wymagają wymiany. W budynku znajdują się 43 grzejniki panelowe, 8 grzejników żeberkowych i 31 fawierów. Tylko grzejniki panelowe wyposażone są w głowice termostacyjne.

Grzejniki żeberkowe oraz fawie są w większości w części basenowej. Brak głowic termostacyjnych wpływa bardzo negatywnie na sprawność regulacji systemu CO.

Całkowita sprawność systemu CO wynosi **0,78**

0	sprawności składowe systemu w stanie obecnym				Sprawność całkowita systemu w stanie obecnym	
	wytwarzania $\eta_g$	przesyłu $\eta_d$	wykorzystania $\eta_e$	akumulacji $\eta_s$	$w_t = 1,00$	$w_d = 1,00$
	0,99	0,96	0,83	1,00	$\eta_0 =$	0,78

#### OPIS USPRAWNIEŃ

Aby poprawić sprawność regulacji i obniżyć koszty ogrzewania należy wymienić stare grzejniki żeberkowe oraz fawie na nowe grzejniki konwektorowo-promiennikowe (np. Kermi therm X2) z głowicami termostacyjnymi.

Wymianę grzejników na nowe, należy bezwzględnie poprzedzić projektem instalacyjnym, w którym zostaną określone szczegółowe parametry nowej instalacji.

W tabeli poniżej zestawiono obecne wartości współczynników sprawności systemu CO, oraz uwzględniające wprowadzenie wyżej wymienionych usprawnień.

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
		przed	po
1	Wytwarzanie ciepła - bez zmian	$\eta_g = 0,99$	$\eta_g = 0,99$
2	Przesyłanie ciepła - bez zmian	$\eta_d = 0,96$	$\eta_d = 0,96$
3	Regulacja i wykorzystanie systemu grzewczego - Wymiana wszystkich starych grzejników na nowe konwektorowo-płaskie wyposażone w głowice termostacyjne.	$\eta_e = 0,83$	$\eta_e = \mathbf{0,86}$
4	Akumulacja ciepła - bez zmian	$\eta_s = 1,00$	$\eta_s = 1,00$
5	Sprawność całkowita systemu	$\eta_0 = \mathbf{0,78}$	$\eta_1 = \mathbf{0,82}$
6	obniżenie temperatury czynnika grzewczego w okresie tygodnia - bez zmian	$w_t = 1,00$	$w_t = 1,00$
7	obniżenie temperatury czynnika grzewczego w ciągu doby - bez zmian	$w_d = 1,00$	$w_d = 1,00$



**Usprawnienie centralnego ogrzewania - WYLICZENIA KOSZTOWE**

DANE Z INWENTARYZACJI:

ilość grzejników żeberkowych do wymiany	8	szt.
ilość grzejników typu favier do wymiany	31	szt.

**Ocena finansowa wdrożonego przedsięwzięcia**

Lp.	Opis	jedn.	Stan istniejący	stan docelowy
1	Sprawność całkowita systemu grzewczego	-	0,78	0,82
2	Zapotrzebowanie na energię użytkową	GJ/rok	3258,91	3258,91
3	Zapotrzebowanie na energię końcową	GJ/rok	4 156	3 989
4	Uwzględnienie przerw tygodniowych $w_t$	-	1,00	1,00
5	Uwzględnienie przerw dobowych $w_d$	-	1,00	1,00
6	Oszczędność kosztów związana ze zmniejszeniem zapotrzebowania na GJ	zł/rok		7 016
7	Koszt przedsięwzięcia $N_{co}$	zł		59 600
8	SPBT	lata		8,5

Koszty przedsięwzięcia		jedn.	ilość	cena	koszt
1	Wymiana grzejników wraz z montażem elektronicznych głowic termostatycznych	szt.	39	1 400	54 600
2	Dodatkowe roboty budowlane				5 000
Razem					59 600
Koszty wymiany grzejników podano według średnich cen rynkowych.					
Wybrany wariant- 1		Koszt :	59 600 zł	SPBT=	8,5 lat

**6.5. Rodzaj i zakres usprawnień termomodernizacyjnych zalecanych do realizacji**

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Koszty	SPBT lata	Inne koszty (proporcjonalnie)			Koszty wariantu ogółem
				Koszty dokumentacji	Koszty nadzoru	Razem	
		zł	lata	zł	zł	zł	zł
1	Zmniejszenie strat na dystrybucji ciepłej wody użytkowej	400	0,10	46	5	50	<b>450</b>
2	Likwidacja czterech okien drewnianych (ODREW S)	827	0,50	94	9	104	<b>930</b>
3	Zmniejszenie strat na wodzie basenowej	170 000	0,77	19 413	1 941	21 354	<b>191 354</b>
4	Likwidacja nieużywanych drzwi drewnianych od zachodu (D DREW S)	576	1,00	66	7	72	<b>649</b>
5	Wymiana drzwi metalowych do kotłowni (DMET S)	4 000	3,50	457	46	502	<b>4 502</b>
6	Wymiana starych okien metalowych w stacji uzdatniania wody (OMET S)	16 200	5,10	1 850	185	2 035	<b>18 235</b>
7	Ocieplenie ściany zewnętrznej z cegły pełnej (SZ2)	191 476	5,99	21 865	2 187	24 052	<b>215 528</b>
8	Ocieplenie stropu nad podbaseniem wraz z niecką basenową	30 674	8,10	3 503	350	3 853	<b>34 527</b>
9	Wymiana witryny basenu dużego od południa (O FRONT)	154 375	11,00	17 628	1 763	19 391	<b>173 767</b>
10	Ocieplenie stropodachu wentylowanego nad basenem	40 868	11,71	4 667	467	5 133	<b>46 001</b>
11	Zmniejszenie strat na wentylacji na basenach	1 214 869	12,97	138 728	13 873	152 601	<b>1 367 469</b>
12	Ocieplenie stropodachów niewentylowanych oraz tarasów (SD1, SD3)	224 984	15,11	25 691	2 569	28 261	<b>253 245</b>
13	Ocieplenie ściany zewnętrznej pod oknami pływalni od południa (SZ3)	12 211	19,05	1 394	139	1 534	<b>13 745</b>
14	Wymiana starych okien aluminiowych w strefie basenowej (OALU S)	86 368	23,10	9 862	986	10 849	<b>97 216</b>
15	Wymiana drzwi aluminiowych z basenu od północy (DALU S)	4 000	25,90	457	46	502	<b>4 502</b>
16	Wykorzystanie OZE w produkcji CWU	354 000	28,46	40 424	4 042	44 466	<b>398 466</b>
17	Ocieplenie ściany frontowej dobudowanej części siłowni (SZN1)	6 855	29,07	783	78	861	<b>7 716</b>
18	Ocieplenie ściany zewnętrznej z cegły pełnej + styropian 8cm (SZ1)	54 875	39,14	6 266	627	6 893	<b>61 768</b>
19	Podwyższenie sprawności instalacji centralnego ogrzewania	59 600	8,49	6 806	681	7 486	<b>67 086</b>
<b>Razem</b>		<b>2 627 157</b>		<b>300 000</b>	<b>30 000</b>	<b>330 000</b>	<b>2 957 157</b>

Powyższe zestawienie zawiera listę usprawnień zalecanych do realizacji, uszeregowanych według współczynnika SPBT. Jak widać usprawnienie polegające na wymianie oświetlenia na basenie dużym, ze względu na zbyt długi okres zwrotu, nie zostało przewidziane do realizacji.

## 7. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

Niniejszy rozdział obejmuje:

- a. określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
- b. wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

### 7.1.1 Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

W tabeli poniżej zastosowano następujące skrótowe określenia usprawnień zestawionych w p.6.5

<b>cyrkulacja CWU</b>	Zmniejszenie strat na dystrybucji ciepłej wody użytkowej
<b>likwidacja -okna drewniane</b>	Likwidacja czterech okien drewnianych (ODREW S)
<b>przepompownia</b>	Zmniejszenie strat na wodzie basenowej
<b>likwidacja -drzwi drewniane</b>	Likwidacja nieużywanych drzwi drewnianych od zachodu (D DREW S)
<b>drzwi do kotłowni</b>	Wymiana drzwi metalowych do kotłowni (DMET S)
<b>okna metalowe</b>	Wymiana starych okien metalowych w stacji uzdatniania wody (OMET S)
<b>ściana stara</b>	Ocieplenie ściany zewnętrznej z cegły pełnej (SZ2)
<b>strop podbasenia</b>	Ocieplenie stropu nad podbaseniem wraz z niecką basenową
<b>witryna basenu</b>	Wymiana witryny basenu dużego od południa (O FRONT)
<b>stropodach wentylowany</b>	Ocieplenie stropodachu wentylowanego nad basenem
<b>wentylacja</b>	Zmniejszenie strat na wentylacji na basenach
<b>stropodachy i tarasy</b>	Ocieplenie stropodachów niewentylowanych oraz tarasów (SD1, SD3)
<b>ściana pod witryną basenu</b>	Ocieplenie ściany zewnętrznej pod oknami pływalni od południa (SZ3)
<b>okna aluminiowe</b>	Wymiana starych okien aluminiowych w strefie basenowej (OALU S)
<b>drzwi aluminiowe</b>	Wymiana drzwi aluminiowych z basenu od północy (DALU S)
<b>kolektory słoneczne</b>	Wykorzystanie OZE w produkcji CWU
<b>ściana siłowni</b>	Ocieplenie ściany frontowej dobudowanej części siłowni (SZN1)
<b>ściana z cegły + EPS</b>	Ocieplenie ściany zewnętrznej z cegły pełnej + styropian 8cm (SZ1)
<b>modernizacja CO</b>	Podwyższenie sprawności instalacji centralnego ogrzewania

## 7.1.2 Stworzenie macierzy dla wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Do analizy przyjęto następujące warianty usprawnień:

Zakres	Nr wariantu - koszty wariantu																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
cyrkulacja CWU	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	
likwidacja -okna drewniane	930	930	930	930	930	930	930	930	930	930	930	930	930	930	930	930	930		
przepompownia	191 354	191 354	191 354	191 354	191 354	191 354	191 354	191 354	191 354	191 354	191 354	191 354	191 354	191 354	191 354	191 354			
likwidacja -drzwi drewniane	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649				
drzwi do kotłowni	4 502	4 502	4 502	4 502	4 502	4 502	4 502	4 502	4 502	4 502	4 502	4 502	4 502	4 502					
okna metalowe	18 235	18 235	18 235	18 235	18 235	18 235	18 235	18 235	18 235	18 235	18 235	18 235	18 235						
ściana stara	215 528	215 528	215 528	215 528	215 528	215 528	215 528	215 528	215 528	215 528	215 528	215 528							
strop podbasenia	34 527	34 527	34 527	34 527	34 527	34 527	34 527	34 527	34 527	34 527	34 527								
witryna basenu	173 767	173 767	173 767	173 767	173 767	173 767	173 767	173 767	173 767	173 767									
stropodach wentylowany	46 001	46 001	46 001	46 001	46 001	46 001	46 001	46 001	46 001										
wentylacja	1 367 469	1 367 469	1 367 469	1 367 469	1 367 469	1 367 469	1 367 469	1 367 469											
stropodachy i tarasy	253 245	253 245	253 245	253 245	253 245	253 245	253 245												
ściana pod witryną basenu	13 745	13 745	13 745	13 745	13 745	13 745													
okna aluminiowe	97 216	97 216	97 216	97 216	97 216														
drzwi aluminiowe	4 502	4 502	4 502	4 502															
kolektory słoneczne	398 466	398 466	398 466																
ściana siłowni	7 716	7 716																	
ściana z cegły + EPS	61 768																		
modernizacja CO	67 086	67 086	67 086	67 086	67 086	67 086	67 086	67 086	67 086	67 086	67 086	67 086	67 086	67 086	67 086	67 086	67 086	67 086	67 086
Koszt realizacji zł	2 957 157	2 895 389	2 887 673	2 489 207	2 484 704	2 387 488	2 373 744	2 120 499	753 029	707 028	533 262	498 735	283 207	264 972	260 470	259 821	68 467	67 537	67 086

**7.2. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego**

Nr wariantu	Ogrzewanie budynku			Ciepła woda		Razem co + cw		Oplaty c.o.	Oplaty c.w.u.	straty wody basen.	Razem	Oszczę- dność  $\Delta O_r$	Koszt robót  N
	$Q_{0CO}$	$q_{0CO}$	$\eta_0$	$Q_{0CW}$	$q_{0CW}$	$Q_0$	$q_0$	$O_{co0}$	$O_{cw0}$	$O_{WB0}$	$O_{0r}$		
	$Q_{1CO}$	$q_{1CO}$	$\eta_1$	$Q_{1CW}$	$q_{1CW}$	$Q_1$	$q_1$	$O_{co1}$	$O_{cw1}$	$O_{WB1}$	$O_{1r}$		
	GJ/a	kW	$W_{d0}, W_{t0}$	GJ/a	kW	GJ/a	kW	zł/a	zł/a	zł/a	zł/a	zł/a	zł
stan istn.	3258,91	472,8	0,78 1,00   1,00	753,0	31,9	4909,4	504,6	268 756	46 327	221 699	536 782		
1	749,9	207,1	0,82 1,00   1,00	289,0	27,3	1206,4	234,4	79 888	24 774	0	104 662	432 120	2 957 157
2	768,6	209,7	0,82 1,00   1,00	289,0	27,3	1229,3	237,0	81 366	24 774	0	106 140	430 642	2 895 389
3	771,6	210,1	0,82 1,00   1,00	289,0	27,3	1232,9	237,4	81 604	24 774	0	106 378	430 404	2 887 673
4	771,6	210,1	0,82 1,00   1,00	645,4	27,3	1589,4	237,4	81 604	39 708	0	121 312	415 470	2 489 207
5	773,1	210,3	0,82 1,00   1,00	645,4	27,3	1591,3	237,7	81 729	39 708	0	121 438	415 345	2 484 704
6	848,7	224,2	0,82 1,00   1,00	645,4	27,3	1683,8	251,5	88 387	39 708	0	128 096	408 686	2 387 488
7	862,1	225,6	0,82 1,00   1,00	645,4	27,3	1700,2	252,9	89 345	39 708	0	129 053	407 729	2 373 744
8	1053,0	239,2	0,82 1,00   1,00	645,4	27,3	1933,8	266,5	101 856	39 708	0	141 564	395 218	2 120 499
9	2343,1	347,7	0,82 1,00   1,00	645,4	27,3	3512,1	375,0	189 691	39 708	0	229 400	307 382	753 029
10	2404,4	353,4	0,82 1,00   1,00	645,4	27,3	3587,2	380,7	193 972	39 708	0	233 680	303 102	707 028
11	2632,2	382,4	0,82 1,00   1,00	645,4	27,3	3865,9	409,7	211 466	39 708	0	251 175	285 607	533 262
12	2679,5	387,0	0,82 1,00   1,00	645,4	27,3	3923,8	414,3	214 811	39 708	0	254 519	282 263	498 735
13	3223,2	448,3	0,82 1,00   1,00	645,4	27,3	4589,0	475,6	254 943	39 708	0	294 651	242 131	283 207
14	3245,5	451,7	0,82 1,00   1,00	645,4	27,3	4616,3	479,0	256 775	39 708	0	296 483	240 299	264 972
15	3252,4	452,6	0,82 1,00   1,00	645,4	27,3	4624,6	479,9	257 302	39 708	0	297 010	239 772	260 470
16	3256,3	453,0	0,82 1,00   1,00	645,4	27,3	4629,4	480,3	257 578	39 708	0	297 287	239 496	259 821
17	3256,3	453,0	0,82 1,00   1,00	645,4	27,3	4629,4	480,3	257 578	39 708	221 699	518 986	17 796	68 467
18	3258,91	453,5	0,82 1,00   1,00	645,4	27,3	4632,6	480,8	257 819	39 708	221 699	519 226	17 556	67 537
19	3258,91	453,5	0,82 1,00   1,00	753,0	31,9	4740,2	485,4	257 819	46 327	221 699	525 844	10 938	67 086

**Uwaga.** Zapotrzebowania na energię i koszty obliczone dla standardowego sezonu grzewczego i normatywnych parametrów instalacji grzewczych i wentylacji. Mogą się one różnić od warunków rzeczywistych.

**7.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego**

nr wariantu	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite zł	Roczna oszczędność kosztów energii zł	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię [(Q0-Q1)/Q0]*100% %	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu [zł, %]	Premia termomodernizacyjna		
						20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii
						[zł]	[zł]	[zł]
	Wariant 1 Przyjęty do realizacji	2 957 157	432 120	75,1%	591 431 20% 2 365 726 80%	473 145	473 145	864 240
1	jak wariant 2 + ściana z cegły + EPS	2 957 157	432 120	75,1%	591 431 20% 2 365 726 80%	473 145	473 145	864 240
2	jak wariant 3 + ściana siłowni	2 895 389	430 642	74,6%	579 078 20% 2 316 311 80%	463 262	463 262	861 284
3	jak wariant 4 + kolektory słoneczne	2 887 673	430 404	74,5%	577 535 20% 2 310 139 80%	462 028	462 028	860 808
4	jak wariant 5 + drzwi aluminiowe	2 489 207	415 470	67,4%	497 841 20% 1 991 366 80%	398 273	398 273	830 940
5	jak wariant 6 + okna aluminiowe	2 484 704	415 345	67,3%	496 941 20% 1 987 764 80%	397 553	397 553	830 689
6	jak wariant 7 + ściana pod witrą basenu	2 387 488	408 686	65,5%	477 498 20% 1 909 990 80%	381 998	381 998	817 372
7	jak wariant 8 + stropodachy i tarasy	2 373 744	407 729	65,1%	474 749 20% 1 898 995 80%	379 799	379 799	815 458
8	jak wariant 9 + wentylacja	2 120 499	395 218	60,4%	424 100 20% 1 696 399 80%	339 280	339 280	790 436
9	jak wariant 10 + stropodach wentylowany	753 029	307 382	28,6%	150 606 20% 602 423 80%	120 485	120 485	614 764
10	jak wariant 11 + witra basenu	707 028	303 102	27,1%	141 406 20% 565 623 80%	113 125	113 125	606 204
11	jak wariant 12 + strop podbasenia	533 262	285 607	21,5%	106 652 20% 426 609 80%	85 322	85 322	571 215
12	jak wariant 13 + ściana stara	498 735	282 263	20,3%	99 747 20% 398 988 80%	79 798	79 798	564 526
13	jak wariant 14 + okna metalowe	283 207	242 131	7,0%	56 641 20% 226 566 80%	45 313	45 313	484 262
14	jak wariant 15 + drzwi do kotłowni	264 972	240 299	6,4%	52 994 20% 211 978 80%	42 396	42 396	480 598
15	jak wariant 16 + likwidacja -drzwi drewniane	260 470	239 772	6,2%	52 094 20% 208 376 80%	41 675	41 675	479 544
16	jak wariant 17 + przepompownia	259 821	239 496	5,6%	51 964 20% 207 857 80%	41 571	41 571	478 991
17	jak wariant 18 + likwidacja-okna drewniane	68 467	17 796	5,6%	13 693 20% 54 774 80%	10 955	10 955	35 593
18	jak wariant 19 + cyrkulacja CWU	67 537	17 556	5,6%	13 507 20% 54 029 80%	10 806	10 806	35 112
19	modernizacja CO	67 086	10 938	3,4%	13 417 20% 53 669 80%	10 734	10 734	21 876

Dane ekonomiczne wybranego wariantu		
Koszt inwestycji		2 957 157 zł
Wkład własny i inne źródła	20,0%	591 431 zł
Kredyt	80,0%	2 365 726 zł
Premia termomodernizacyjna		473 145 zł
Roczne oszczędności kosztów energii		432 120 zł
SPBT dla optymalnego wariantu [lata]		6,8
Zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]		75,1%

**7.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego**

Na podstawie dokonanej oceny, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku ocenia się:

**Wariant 1** obejmujący wszystkie zaproponowane usprawnienia.

Przeprowadzona analiza wykazała, iż w analizowanym budynku można wykonać szereg usprawnień, które pozwolą zmniejszyć koszty ogrzewania, przygotowania CWU, a także staty na wodzie basenowej o 80%. Aby to osiągnąć należy jednak postępować zgodnie z zaleceniami audytora, w szczególności na poziomie projektowania.

**8. Opis techniczny wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji.****8.1. Opis robót**

**W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:**

Lp	Rodzaje usprawnień		Planowany koszt wykonania [zł]	opis usprawnienia
1	Modernizacja systemu centralnego ogrzewania	usprawnienie CO.1	59 600	strona 36 oraz strona 37
	Pomimo, że modernizacja CO jest zawsze traktowana jako najważniejsze usprawnienie, należy je przeprowadzić łącznie lub po wykonaniu wszystkich usprawnień obniżających zapotrzebowanie na moc grzewczą budynku. W innym razie moc nowej instalacji nie będzie adekwatna do zapotrzebowania na moc grzewczą budynku po realizacji całościowej termomodernizacji. Wymianę grzejników na nowe, należy poprzedzić projektem instalacyjnym, w którym zostaną określone moce nowych grzejników i miejsce ich usytuowania. Należy wybrać grzejniki ze zwiększonym udziałem promieniowania do konwekcji (np. KERMI Therm X2).			
2	Sterowanie czasu pracy pompy cyrkulacyjnej CWU	usprawnienie C.13	400	strona 31
	Aby sterować czasem pracy pompy cyrkulacyjnej należy przerobić istniejący włącznik pompy znajdujący się na ścianie w pomieszczeniu węzła, dostawiając do niego elektroniczny programator tygodniowy Na programatorze należy ustawić czas pracy pompy adekwatny do godzin pracy obiektu.			
3	Wymiany okien i drzwi w budynku, oraz zamurowanie tych niepotrzebnych	usprawnienia B.9, B.10, B.11, B.12, B.13, B.14, B.15,	266 346	od strona 23 do strona 29
	Zgodnie z opisami usprawnień należy wymienić na nowe okna PCV: - okna aluminiowe od strony północnej razem z północnymi drzwiami aluminiowymi z basenu dużego i okna metalowe stacji uzdatniania wody. Drzwi do kotłowni należy wymienić na nowe szczelne i ocieplone drzwi metalowe. Południową witrę basenu dużego należy wymienić na nową witrę aluminiową z ciepłymi profilami i nowym podziałem szkła (większe tafle szkła). Okna drewniane w narzędziowni (około kotłowni), oraz drzwi drewniane wychodzące z pomieszczeń zaplecza basenu dużego na taras nad stacją uzdatniania wody należy zlikwidować zamurowując otwory gazobetonem i ocieplając je zgodnie z usprawnieniem dotyczącym termomodernizacji ścian zewnętrznych. Wszystkie okna, a w szczególności okna części basenowej należy montować w systemie szczelnym, z wykorzystaniem taśm rozprężnych typu illbruck, aby uzyskać szczelność na poziomie n50<1,5			
4	Zamontowanie systemu odzysku wody basenowej	usprawnienie F.20	170 000	strona 34
	Aby uzyskać możliwość odzyskiwania wody basenowej, która obecnie z systemu przelewowego trafia bezpośrednio do kanalizacji, należy skierować tę wodę poprzez filtr do zbiorników hydroforowych i przetłaczać ją z powrotem do basenu poprzez lampy UVF (eliminuje to konieczność chlorowania).			
5	Ocieplenie wszystkich ścian zewnętrznych	usprawnienia A.2, A.3, A.4, A.5	265 417	od strona 16 do strona 19
	Ocieplenie wszystkich starych ścian, należy wykonać styropianem grafitowym EPS 032 w systemie BSO z wyprawą tynkarska na tynku silikatowym. Docieplając ścianę z już istniejącym styropianem 8cm należy pamiętać by nowe kołki przeszły przez obie warstwy styropianu. Należy też usunąć zniszczony i odpadający tynk. Aby uniknąć tzw. efektu biedronki (czyli punktowych mostków cieplnych w miejscach kołkowania styropianu), należy przed kołkowaniem styropianu wyfrezować w nim otwory, zakółkować styropian i nałożyć na kołek styropianową zaślepkę. Dla właściwego wykonania termomodernizacji, styropian musi zająć na okna przynajmniej 3 cm, by zminimalizować mostek termiczny na styku okno/ ściana (tzw. ocieplenie węgarów). Ocieplenie ściany frontowej dobudowanej części siłowni (SZN1) należy wykonać od środka. Najpierw należy zdjąć istniejące pokrycie wewnętrzne, następnie trzeba nadbudować odpowiedni stelaż i wypełnić go wełną mineralną o współczynniku λ =0,03 W(m²*K)			
6	Ocieplenie stropu nad podbaseniem wraz z niecką basenową	usprawnienie A.8	30 674	strona 22
	Cały strop nad podbaseniem wraz z niecką basenową należy ocieplić od spodu styropianem EPS 040 o grubości 18cm. Należy przy tym pamiętać by zaizolować wszystkie elementy jak podciąg i słupy, tak by zminimalizować mostki termiczne.			
7	Ocieplenie stropodachu wentylowanego nad basenem	usprawnienie A.7	40 868	strona 21
	Na istniejącą wełnę należy nałożyć kolejne warstwy o grubości łącznej 18cm. Bardzo ważne jest by wełna była wszędzie ułożona tworząc szczelną powłokę. Jeśli będzie to kolidowało z pomostem technicznym, to należy ten pomost podnieść.			
8	Wykonanie nowej wentylacji mechanicznej na basenach	usprawnienie C.16	1 214 869	strona 30
	Należy wykonać kompletny system wentylacji mechanicznej opartej na centralach wentylacyjnych nawiewno-wyiewnych, o wydatku nominalnym około 28 000m³/h, z podwójnym przeciwprądowym wymiennikiem ciepła o temperaturowej sprawności odzysku ciepła powyżej 90%, sekcją podmieszania i odpowiednią automatyką ograniczającą straty ciepłe. Po wykonaniu wentylacji mechanicznej, należy zlikwidować, uszczelnić i zaizolować wszystkie kanały istniejącej wentylacji wyciągowej.			
9	Ocieplenie stropodachów niewentylowanych oraz tarasów (SD1, SD3)	usprawnienie A.6	224 984	strona 20
	Stropodachy niewentylowane, oraz tarasy budynku należy docieplić styropianem EPS 038 (dach/ podłoga) o grubości 22cm. Styropian należy zakółkować do podłoża specjalnymi wkrętami z elastyczną tulejką teleskopową (np. EJOT EcoTek 50). Następnie styropian trzeba przykryć wysokospecjalistyczną membraną z warstwą bitumiczną zbrojoną wełnom, np. resitrix SKW. Takie prace powinny być wykonane przez wyspecjalizowaną firmę. Takie rozwiązanie zagwarantuje długowieczność wykonanego pokrycia i brak problemów z przeciekaniem.			
10	Montaż kolektorów słonecznych na potrzeby CWU	usprawnienie D.18	354 000	strona 32
	Aby najefektywniej wykorzystać energię słoneczną, kolektory należy zamontować z zachowaniem odpowiedniego dystansu, tak by nie zacięniały się wzajemnie i nie były zacięnione przez np istniejące kominy. Kolektory powinny być zorientowane pomiędzy kierunkiem południowym i południowo-wschodnim (około 10-15° na wschód od strony południowej). Pozwoli to wykorzystać energię słoneczną od wcześniejszych godzin niż to by się stało gdybyśmy umieścili je dokładnie na południe. Kolektory należy ustawić na specjalnych stelażach pod kontem około 35-40° Takie nachylenie zoptymalizuje uzysk energii słonecznej w ciągu całego roku. Przewody solarne transportujące ciepło z kolektorów do zasobników należy zaizolować otuliną kauczukową (do instalacji solarnych) o grubości ścianki nie mniejszej niż 30mm. Otulinę na przewodach znajdujących się na zewnątrz budynku należy dodatkowo zabezpieczyć samoprzylepną folią aluminiową. To utrudni ptakom wydziobywanie izolacji. Przewody solarne należy wprowadzić do zasobników, które należy umiejscowić w pobliżu węzła cieplnego, w sposób równoległy, równoważąc hydraulicznie system, tak by ciepło z kolektorów było przekazywane równomiernie do wszystkich zasobników. Tak duża instalacja wymaga wykonania projektu instalacyjnego.			
Razem planowany koszt robót			2 627 157	
Planowane koszty audytu, dokumentacji, nadzoru			330 000	
Ogółem planowany koszt termomodernizacji			2 957 157	

**8.2. Uwagi dodatkowe - kolejność prac.**

Aby uzyskać najlepsze efekty, prace termomodernizacyjne należy wykonać w kolejności umożliwiającej właściwe wykonanie wszystkich połączonych elementów przedsięwzięcia.

- Prace dociepleniowe należy zacząć od wymiany i likwidacji starych okien drewnianych, oraz drzwi.
- Ocieplenie ścian zewnętrznych można wykonać po usprawnieniach dotyczących okien i drzwi.
- Prace dociepleniowe powinny być poprzedzone projektem określającym konkretną technologię wykonania.
- Ocieplenie ścian zewnętrznych należy zkoordinować z ociepleniem stropodachów w celu zachowania ciągłości izolacji oraz wykonania właściwych obróbek blacharskich i uszczelniających między ścianami a stropodachami.
- Kolektory słoneczne można będzie zamontować dopiero na ocieplonym stropodachu.
- Na samym końcu należy zająć się modernizacją systemu CO.
- Pozostałe usprawnienia są niezależne i można je wykonać w dowolnym czasie.

## 9. Dane charakterystyczne termomodernizacji dla oceny spełnienia kryteriów dofinansowania w ramach programu RPO WP 14-20 OP 10 Energia

### Zmniejszenie rocznego zużycia energii końcowej

	stan istniejący	po termomodernizacji	zmniejszenie zużycia [%]
zapotrzebowanie na energię końcową na potrzeby CO [GJ/rok]	4 156,3	917,5	77,9%
zapotrzebowanie na energię końcową na potrzeby CWU [GJ/rok]	753,0	289,0	61,6%
zapotrzebowanie na energię na podgrzanie wody przelewowej [GJ/rok]	1 292,8	0,0	100,0%
suma	6 202,2	1 206,4	80,5%

### Zmniejszenie rocznego zużycia energii pierwotnej

stan istniejący

	opis źródła	nośnik energii końcowej	współczynnik wi	Udział w produkcji e. końcowej	Wielkość Energii Pierwotnej [GJ/rok]
Centralne Ogrzewanie	węzeł cieplny	ciepło sieciowe	1,3	100%	5403,25
CWU	węzeł cieplny	ciepło sieciowe	1,3	100%	978,91
woda basenowa	węzeł cieplny	ciepło sieciowe	1,3	100%	1680,63
	suma				8062,80

po termomodernizacji

	opis źródła	nośnik energii końcowej	współczynnik wi	Udział w produkcji e. końcowej	Wielkość Energii Pierwotnej [GJ/rok]
Centralne Ogrzewanie	węzeł cieplny	ciepło sieciowe	1,3	100%	1192,73
CWU	węzeł cieplny	ciepło sieciowe	1,3	100%	375,64
woda basenowa	węzeł cieplny	ciepło sieciowe	1,3	100%	0,00
	suma				1568,37

zmniejszenie rocznego zużycia energii pierwotnej [%]	81%
------------------------------------------------------	-----

### Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

Nośnik energii	wskaźnik emisji CO <sub>2</sub> nośnika energii (wg. KOBIZE) [kg/GJ]	zapotrzebowanie na energię końcową w [GJ/rok]		Obliczenie wielkości emisji [mg CO <sub>2</sub> /rok]		
		Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji	Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji	KONCOWY EFEKT redukcji emisji
1	2	3	4	5	6	7
Ciepło sieciowe z ciepłowni GEPEC Tczew sp. z o.o. <sup>1)</sup>	102,71	6202,16	1206,44	636,99	123,91	513,09
		suma		636,99	123,91	513,09
PROCENT REDUKCJI EMISJI						81%

- 1) wskaźnik emisyjności za podstawie danych otrzymanych z GEPEC Tczew sp. z o.o.
- 2) wskaźnik emisyjności dla prądu elektrycznego 831,5 kg CO<sub>2</sub>/MWh przeliczony na kg CO<sub>2</sub>/GJ

### Wartość uzyskanych efektów

całkowity koszt termomodernizacji [zł]	2 957 157
zmniejszenie zapotrzebowania na energię końcową na potrzeby CO i CWU [GJ/rok]	4 995,7
koszt uzyskania oszczędności 1 GJ energii końcowej [zł/GJ]	592
koszt uzyskania redukcji CO <sub>2</sub> [zł/kgCO <sub>2</sub> /rok]	6
roczne oszczędności kosztów [zł]	432 120
SPBT [lata]	6,8



## ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

Załącznik 1	Obliczenie współczynników przenikania przegród w stanie istniejącym
Załącznik 2	Zestawienie grup pomieszczeń w budynku
Załącznik 3	Określenie sprawności systemu grzewczego
Załącznik 4	Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania cwu
Załącznik 5	Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie
Załącznik 6	Wydruk komputerowy z programu Audytor OZC 6.6 Pro dla stanu istniejącego
Załącznik 7	Wydruk komputerowy z programu Audytor OZC 6.6 Pro dla stanu wariantu optymalnego
Załącznik 8	Dokumentacja zdjęciowa
Załącznik 9	Skan z dokumentacji doboru oświetlenia

## Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U) dane z programu Audytor OZC 6.6 Pro

## Załącznik 1

## Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	$\lambda$	R	R <sub>cor</sub>
	m		W/(m·K)	m <sup>2</sup> ·K/W	m <sup>2</sup> ·K/W
SZN2	nowa ściana boczna siłowni				
GAZOBET-06	0,2500	Gazobeton 06.	0,174	1,437	1,437
EPS 040	0,1200	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	3,000	3,000
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,130
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					4,150
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,241
SZN1	nowa ściana frontowa (pochyła) siłowni				
GIPS-KART	0,0150	Płyty gipsowo-kartonowe.	0,230	0,065	0,065
WEŁNAF-ŚC	0,0500	Filce i maty z wełny mineralnej w ściana	0,045	1,111	1,111
WAR.POW	0,0500	Warstwa powietrzna niewentylowana.		0,180	0,180
WEŁNAF-ŚC	0,0500	Filce i maty z wełny mineralnej w ściana	0,045	1,111	1,111
SKLEJKA	0,0220	Sklejka.	0,160	0,138	0,138
WEŁNAF-ŚC	0,0300	Filce i maty z wełny mineralnej w ściana	0,045	0,667	0,667
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,130
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					2,356
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,424
SZ3	ściana pod oknami pływalni o południa				
BETON-BBK7	0,1200	Ściana z bloczków z betonu komórkowego	0,350	0,343	0,343
STYROPIAN	0,0500	Styropian - inne przypadki.	0,045	1,111	1,111
CEGLA-DZIU	0,1200	Mur z cegły dziurawki na zaprawie cement	0,620	0,194	0,194
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,130
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					1,818
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,550
SZ2	ściana stara nieocieplona				
CEGLA-PEŁN	0,3600	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	0,468	0,468
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,130
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,638
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					1,569
SZ1	ściana stara ocieplona 8cm ESP				
CEGLA-PEŁN	0,3600	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	0,468	0,468
EPS 040	0,0800	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	2,000	2,000
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,130
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					2,638
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,379
SW	ściana wewnętrzna				
CEGLA-PEŁN	0,2400	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	0,312	0,312
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,130
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,130
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,572
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					1,749
STROP2	strop międzykondygnacyjny				
TERAKOTA	0,0200	Terakota.	1,050	0,019	0,019
BET-POSADZ	0,0600	Podkład z betonu pod posadzkę.	1,400	0,043	0,043
ŻELBET	0,2000	Żelbet.	1,700	0,118	0,118
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,170
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,170
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,520
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					1,925
STROP1	strop nad podbasaniem				
ŻELBET	0,4000	Żelbet.	1,700	0,235	0,235
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,170
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,170
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,575
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					1,738
ST2	podłoga części dobudowanej siłowni				
ŻELBET	0,2200	Żelbet.	1,700	0,129	0,129
EPS 040	0,1200	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	3,000	3,000
WAR.POW.SW	1,0000	Warstwa powietrzna słabo wentylowana.		0,115	0,115
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,170
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					3,454
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,289

ST1	strop zewnętrzny pod siłownią				
ŻELBET	0,2200	Żelbet.	1,700	0,129	0,129
EPS 040	0,1500	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	3,750	3,750
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2·K/W]:					0,170
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m2·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:					4,089
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:					0,245
SPG	ściana przy gruncie				
Podłoga przyległa do ściany: PGP					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 4,00 m					
CEGLA-PEŁN	0,3600	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	0,468	0,468
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg, [m2·K/W]:					1,536
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:					2,003
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:					0,499
SDS1	nowy stropodach siłowni				
EPS 038	0,1500	Styropian ułożony szczelnie.	0,038	3,947	3,947
BETON-KK11	0,1000	Beton z kruszywa keramzytowego - gęstość	0,460	0,217	0,217
ŻELBET	0,1800	Żelbet.	1,700	0,106	0,106
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2·K/W]:					0,100
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m2·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:					4,411
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:					0,227
SD3	tarasy				
TYNK-CW	0,2000	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,244	0,244
STYROPIAN	0,0300	Styropian - inne przypadki.	0,045	0,667	0,667
BET-POSADZ	0,0200	Podkład z betonu pod posadzkę.	1,400	0,014	0,014
ŻELBET	0,2400	Żelbet.	1,700	0,141	0,141
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2·K/W]:					0,100
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m2·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:					1,206
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:					0,829
SD2	stropodach wentylowany nad basenem				
ŻELBET	0,1000	Żelbet.	1,700	0,059	0,059
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 2 m, [m2·K/W]:					0,160
Suma oporów ciepła połaci dachowej i war. powietrza, [m2·K/W]:					0,000
WEŁNAF-ŚC	0,1500	Filce i maty z wełny mineralnej w ścianie	0,045	3,333	3,333
ŻELBET	0,2000	Żelbet.	1,700	0,118	0,118
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2·K/W]:					0,100
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m2·K/W]:					0,090
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:					3,641
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:					0,275
SD1	stropodach niewentylowany				
ŻELBET	0,1000	Żelbet.	1,700	0,059	0,059
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 0 m, [m2·K/W]:					0,160
Suma oporów ciepła połaci dachowej i war. powietrza, [m2·K/W]:					0,219
TYNK-CW	0,2000	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,244	0,244
STYROPIAN	0,0200	Styropian - inne przypadki.	0,045	0,444	0,444
BET-POSADZ	0,0200	Podkład z betonu pod posadzkę.	1,400	0,014	0,014
ŻELBET	0,2400	Żelbet.	1,700	0,141	0,141
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2·K/W]:					0,100
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m2·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:					1,203
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:					0,832
PGP	podłoga na gruncie w podziemiach				
Ściana przy podłożu: SPG					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Zgw: 1,50 m					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 4,00 m					
BET-POSADZ	0,0600	Podkład z betonu pod posadzkę.	1,400	0,043	0,043
BET-CHUDY	0,1000	Podkład z betonu chudego.	1,050	0,095	0,095
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg, [m2·K/W]:					2,000
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:					2,138
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:					0,468
PG	podłoga na gruncie				
Ściana przy podłożu: SZ2					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Zgw: 5,50 m					
Pozioma izol. krawędziowa: o grubości dnh = m i długości Dh = m					
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości dnv = m i długości Dv = m					
BET-POSADZ	0,0600	Podkład z betonu pod posadzkę.	1,400	0,043	0,043
BET-CHUDY	0,1000	Podkład z betonu chudego.	1,050	0,095	0,095
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg, [m2·K/W]:					2,000
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:					2,138
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:					0,468

## Zestawienie grup pomieszczeń w budynku

## Załącznik nr 2

## stan istniejący

Symbol grupy	$\theta_{int}$	Ah	Vh	$\phi_{HL}$	Stopień szczelności	n50	wentylacja	$\eta_{H,gnE,recup}$	Vinfv	Vm,infv	Vsu	Vex	n
	°C	m2	m3	W		1/h		%	m3/h	m3/h	m3/h	m3/h	1/h
STREFA BASENOWA	25,6	1334,88	5608,8	254778	Średni	4,0	Nawiewno-wywiewna	0,0	2616,8	0,0	7800,0	7800,0	1,9
POZOSTAŁA CZĘŚĆ	20,0	1259,96	3490,4	132307	Średni	4,0	Naturalna	0,0	1354,3				0,8

Symbol grupy	Vv	$\phi T$	$\phi V$	$\phi_{HL,A}$	$\phi_{HL,V}$	QH,nd	QH,nd	EAH	EAH	EVH	EVH
	m3/h	W	W	W/m2	W/m3	GJ/a	kWh/a	MJ/(m2·a)	Wh/(m2·a)	MJ/(m3·a)	kWh/(m3·a)
STREFA BASENOWA	10854,6	92988	161789	190,9	45,4	2483,52	689868	1860,5	516,8	442,8	123,0
POZOSTAŁA CZĘŚĆ	2653,5	98023	34284	105,0	37,9	775,39	215385	615,4	170,9	222,2	61,7

## Dane dla wariantu 1

Symbol grupy	$\theta_{int}$	Ah	Vh	$\phi_{HL}$	Stopień szczelności	n50	wentylacja	$\eta_{H,gnE,recup}$	Vinfv	Vm,infv	Vsu	Vex	n
	°C	m2	m3	W		1/h		%	m3/h	m3/h	m3/h	m3/h	1/h
STREFA BASENOWA	25,6	1334,88	5608,8	110869	Średni	4,0	Nawiewno-wywiewna	90	1296,9	0,0	14050,0	14050,0	2,8
POZOSTAŁA CZĘŚĆ	20,0	1259,96	3490,4	74109	Średni	4,0	Naturalna	0	1301,2				0,7

Symbol grupy	Vv	$\phi T$	$\phi V$	$\phi_{HL,A}$	$\phi_{HL,V}$	QH,nd	QH,nd	EAH	EAH	EVH	EVH
	m3/h	W	W	W/m2	W/m3	GJ/a	kWh/a	MJ/(m2·a)	Wh/(m2·a)	MJ/(m3·a)	kWh/(m3·a)
STREFA BASENOWA	15797,2	38511	72357	83,1	19,8	483,72	134367	362,4	100,7	86,2	24,0
POZOSTAŁA CZĘŚĆ	2600,5	40511	33598	58,8	21,2	266,18	73939	211,3	58,7	76,3	21,2

## Załącznik 3

**Określenie sprawności systemu grzewczego w stanie istniejącym, oraz po wprowadzeniu zaproponowanych zmian.**

**1. Sprawność wytwarzania**

stan		Opis
istniejący	$\eta_g = 0,99$	Węzeł cieplny kompaktowy z obudową
po modernizacji	$\eta_g = 0,99$	bez zmian

**2. Sprawność przesyłania**

stan		Opis
istniejący	$\eta_d = 0,96$	Wymiennikownia znajduje się w pomieszczeniach ogrzewanych, przewody w kotłowni posiadają izolację. Armatura nieizolowana. Przewody rozpraszające ciepło do grzejników stalowe, w większości zabudowane.
po modernizacji	$\eta_d = 0,96$	bez zmian

**3. Sprawność regulacji i wykorzystania**

stan		Opis
istniejący	$\eta_e = 0,83$	Ogrzewanie grzejnikowe, około połowa mocy grzewczej przekazywana jest poprzez stosunkowo nowe grzejniki panelowe z zaworami termostatycznymi, a druga połowa mocy dostarczana jest za pośrednictwem grzejników żeberkowych i fazierów nie wyposażonych w głowice termostatyczne.
po modernizacji	$\eta_e = 0,86$	Wymiana wszystkich starych grzejników na nowe konwektorowo-płaszczynowe wyposażone w głowice termostatyczne.

**4. Sprawność akumulacji**

stan		Opis
istniejący	$\eta_s = 1,00$	brak buforów CO
po modernizacji	$\eta_s = 1,00$	bez zmian

**5. Przerwa na ogrzewanie w okresie tygodnia**

stan		Opis
istniejący	$w_t = 1,00$	brak przerw
po modernizacji	$w_t = 1,00$	bez zmian

**6. Przerwa na ogrzewanie w ciągu doby**

stan		Opis
istniejący	$w_d = 1,00$	brak przerw
po modernizacji	$w_d = 1,00$	bez zmian

**7. Sprawność całkowita systemu grzewczego**

stan		
istniejący	$\eta_{H,tot} =$	0,78
po modernizacji	$\eta_{H,tot} =$	0,82

## Załącznik nr 4

Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej w stanie istniejącym, oraz po wprowadzeniu usprawnień			
Charakterystyka systemu	Jednostka	Wartości dla budynku- stan istniejący	stan po modernizacji
ciepło właściwe wody $c_w$	kJ/kg*deg	4,19	4,19
gęstość wody $\rho$	kg/m <sup>3</sup>	1000	1000
średnie jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody w węzłach sanitarnych (z pomiarów) $V_{cw}$	l/os/doba	18	18
jed.odniesienia - średnia ilość klientów dziennie	os	300	300
temperatura wody ciepłej w podgrzewaczu $\theta_{cw}$	°C	55	55
temperatura wody zimnej $\theta_0$	°C	10	10
współczynnik korekcyjny temp. $k_t$	-	1	1
czas użytkowania $t_{u,z}$	doba	365	365
Roczne zapotrzebowanie ciepłej wody $V_{w,nd}=V_{cw} \cdot L \cdot t_{u,z}/1000$	m <sup>3</sup> /rok	1 998	1 998
Ciepło użytkowe wykorzystane z kolektorów słonecznych	kWh/rok	0	57 786
roczne zapotrzebowanie <b>ciepła użytkowego</b> $Q_{w,nd}=V_{cw} \cdot L \cdot c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw}-\theta_0) \cdot k_t \cdot t_{u,z}/(1000 \cdot 3600)$	kWh/rok	104 627	46 840
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	-	0,98	0,98
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,p}$	-	0,60	0,70
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	-	0,85	0,85
sprawność sezonowa wykorzystania	-	1,00	1,00
Sprawność całkowita $\eta_{tot}$	-	0,50	0,58
roczne zapotrzebowanie <b>ciepła końcowego</b> $Q_{K,w}$	kWh/rok	209 337	80 330
roczne zapotrzebowanie <b>ciepła końcowego</b> $Q_{K,w}$	GJ/rok	753,0	289,0

Opis	Jednostka	Wartości dla budynku- stan istniejący	stan po modernizacji
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\text{sr}}=(L \cdot V_{cw})/(18 \cdot 1000)$	m <sup>3</sup> /h	0,304	0,304
Współczynnik godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h=9,32 \cdot L^{-0,244}$		2,317	2,317
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m <sup>3</sup> wody $Q_{cwj}=c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw}-\theta_0) \cdot k_t / \eta_{w,tot} / 10^6$		0,377	0,323
Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max}=V_{h\text{sr}} \cdot Q_{cwj} \cdot N_h \cdot 10^6 / 3600$	kW	73,8	63,3
Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max}=V_{h\text{sr}} \cdot Q_{cwj} \cdot N_h \cdot 10^6 / 3600$	MW	0,07384	0,06329
Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{sr}=q_{cwu}^{max} / N_h$	kW	31,9	27,3
Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{sr}=q_{cwu}^{max} / N_h$	MW	0,03186	0,02731

## Koszt przygotowania ciepłej wody użytkowej

Opis	Jednostka	Wartości dla budynku- stan istniejący	stan po modernizacji
Koszt podgrzania c.w.u. $Q_{cwu}=Q_{K,w} \cdot O_z + q_{wu} \cdot O_m \cdot 12=$	zł/rok	46 327	24 774
Koszt podgrzania 1m <sup>3</sup> ciepłej wody	zł/m <sup>3</sup>	23,2	12,4

**Załącznik nr 5****Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie wykonane przy pomocy programu Audytor OZC 6.6 Pro**

Wariant	Zapotrzebowanie mocy cieplnej, kW		Zapotrzebowanie na ciepło użytkowe QHnd, GJ/a
	końcowej <sup>1)</sup>	użytkowej	
1	207,1	169,3	749,90
2	209,7	171,4	768,60
3	210,1	171,7	771,56
4	210,1	171,7	771,56
5	210,3	171,9	773,08
6	224,2	183,3	848,73
7	225,6	184,4	862,13
8	239,2	195,5	1053,04
9	347,7	284,2	2343,06
10	353,4	288,8	2404,40
11	382,4	312,6	2632,22
12	387,0	316,3	2679,54
13	448,3	366,4	3223,24
14	451,7	369,2	3245,52
15	452,6	369,9	3252,35
16	453,0	370,3	3256,25
17	453,0	370,3	3256,25
18	453,5	370,7	3258,91
19	453,5	370,7	3258,91
stan istniejący	472,8	370,7	3258,91

1) zapotrzebowanie mocy końcowej wylicza się z mocy użytkowej uwzględniając sprawność źródła ciepła

## Załącznik nr 6

## Wydruk komputerowy z programu Audytor OZC 6.6 Pro dla stanu istniejącego

## Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyt budynku TCSiR w Tczewie	
	stan istniejący	
Miejscowość:	Tczew	
Adres:	ul. Wojska Polskiego 28A	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	II	
Projektowa temperatura zewnętrzna $\theta_e$ :	-18	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ :	7,9	°C
Stacja meteorologiczna:	Elbląg	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m <sup>3</sup> ·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła $\delta$ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda_g$ :	2,0	W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	2594,8	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	9099,2	m <sup>3</sup>
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :	176891	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :	193787	W
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	370678	W
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	370678	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$ :	142,9	W/m <sup>2</sup>
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$ :	40,7	W/m <sup>3</sup>
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące $V_{infv}$ :	1985,6	m <sup>3</sup> /h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m.infv}$ :	0,0	m <sup>3</sup> /h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$ :	6536,9	m <sup>3</sup> /h
Powietrze nawiewane mech. $V_{su}$ :	7800,0	m <sup>3</sup> /h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$ :	6536,9	m <sup>3</sup> /h
Powietrze usuwane mech. $V_{ex}$ :	7800,0	m <sup>3</sup> /h
Średnia liczba wymian powietrza $n$ :	1,5	
Dopływające powietrze wentylacyjne $V_v$ :	13508,1	m <sup>3</sup> /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza $\theta_v$ :	-18,0	°C



Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Elbląg	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie Vv,H:	12241,7	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	3258,91	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	905253	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	2595	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	9099,2	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	1255,9	MJ/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	348,9	kWh/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	358,2	MJ/(m3·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	99,5	kWh/(m3·rok)
Parametry obliczeń projektu:		
Obliczanie przenikania ciepła przy min. Δθmin:	4,0	K
Wariant obliczeń strat ciepła do pomieszczeń w sąsiednich grupach:		
Obliczaj z ograniczeniem do θj,u		
Minimalna temperatura dyżurna θj,u:	16	°C
Obliczaj straty do pomieszczeń w sąsiednich		
budynkach tak jak by były nieogrzewane:	Tak	
Obliczanie automatyczne mostków cieplnych:	Tak	
Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną:	Nie	
Domyślne dane do obliczeń:		
Typ budynku:	Sportowo-rekreac.	
Typ konstrukcji budynku:	Ciężka	
Typ systemu ogrzewania w budynku:	Konwekcyjne	
Oslabienie ogrzewania:	Bez osłabienia	
Regulacja dostawy ciepła w grupach:	Indywidualna reg.	
Stopień szczelności obudowy budynku:	Średni	
Krotność wymiany powietrza wewn. n50:	3,5	1/h
Klasa osłonięcia budynku:	Brak osłonięcia	

## Załącznik nr 7

## Wydruk komputerowy z programu Audytor OZC 6.6 Pro dla wariantu optymalnego

## Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyt budynku TCSiR w Tczewie	
	Wariant optymalny	
Miejscowość:	Tczew	
Adres:	ul. Wojska Polskiego 28A	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	II	
Projektowa temperatura zewnętrzna $\theta_e$ :	-18	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ :	7,9	°C
Stacja meteorologiczna:	Elbląg	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m <sup>3</sup> ·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła $\delta$ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda_g$ :	2,0	W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	2594,8	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	9099,2	m <sup>3</sup>
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :	64902	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :	104355	W
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	169257	W
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	169257	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$ :	65,2	W/m <sup>2</sup>
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$ :	18,6	W/m <sup>3</sup>
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące $V_{infv}$ :	1299,1	m <sup>3</sup> /h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m.infv}$ :	0,0	m <sup>3</sup> /h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$ :	6536,9	m <sup>3</sup> /h
Powietrze nawiewane mech. $V_{su}$ :	14050,0	m <sup>3</sup> /h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$ :	6536,9	m <sup>3</sup> /h
Powietrze usuwane mech. $V_{ex}$ :	14050,0	m <sup>3</sup> /h
Średnia liczba wymian powietrza $n$ :	2,0	
Dopływające powietrze wentylacyjne $V_v$ :	18397,7	m <sup>3</sup> /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza $\theta_v$ :	8,1	°C

Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:		Elbląg
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie Vv,H:	17838,0	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	749,90	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	208306	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	2595	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	9099,2	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	289,0	MJ/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	80,3	kWh/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	82,4	MJ/(m3·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	22,9	kWh/(m3·rok)
Parametry obliczeń projektu:		
Obliczanie przenikania ciepła przy min. Δθmin:	4,0	K
Wariant obliczeń strat ciepła do pomieszczeń w sąsiednich grupach:		
Obliczaj z ograniczeniem do θj,u		
Minimalna temperatura dyżurna θj,u:	16	°C
Obliczaj straty do pomieszczeń w sąsiednich		
budynkach tak jak by były nieogrzewane:	Tak	
Obliczanie automatyczne mostków cieplnych:	Tak	
Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną:	Nie	
Domyślne dane do obliczeń:		
Typ budynku:	Sportowo-rekreac.	
Typ konstrukcji budynku:	Ciężka	
Typ systemu ogrzewania w budynku:	Konwekcyjne	
Oslabienie ogrzewania:	Bez osłabienia	
Regulacja dostawy ciepła w grupach:	Indywidualna reg.	
Stopień szczelności obudowy budynku:	Średni	
Krotność wymiany powietrza wewn. n50:	3,5	1/h
Klasa osłonięcia budynku:	Brak osłonięcia	

**Dokumentacja fotograficzna obiektu**

**Załącznik nr 8**

fasada basenu dużego



witryna basenu dużego



u dołu południowo- wschodnia ściana kotłowni z drzwiami do wymiany oraz oknami do likwidacji



drzwi drewniane do likwidacji- zamurowania



okna metalowe stacji uzdatniania wody- do wymiany



stropodachy budynku





dobudowana część siłowni



przestrzeń stropodachu wentylowanego



stary wentylator wyciągowy z basenu



nowy węzeł cieplny



włącznik pompy cyrkulacyjnej CWU



lampa na basenie dużym



## Skan z dokumentacji doboru oświetlenia

## Załącznik nr 9

ViTom Light &amp; Energy Tomasz Przytarski

D.T. Chylonia BOX 9  
ul. Gniewska 21, 81-047 Gdynia

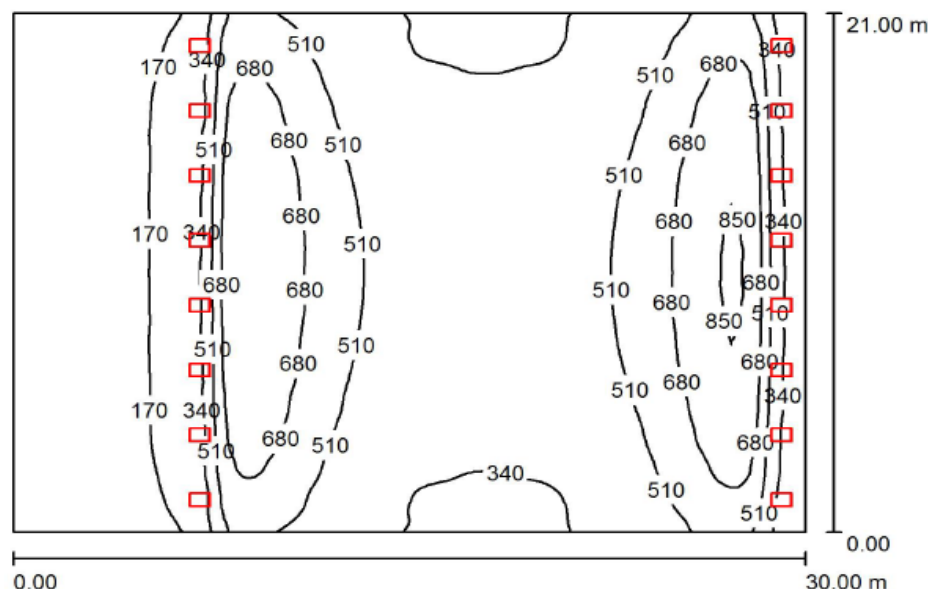
Edytor Tomasz Przytarski

Telefon 531-382-106

faks

e-Mail tomasz.przytarski@vitomle.pl

## LED 252 W / Wyniki jednoarkuszowe

Wysokość pomieszczenia: 5.100 m, Wysokość montażu: 5.000 m,  
Współczynnik konserwacji: 0.80

Wartości Lux, Skala 1:270

Powierzchnia	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Płaszczyzna pracy	/	421	44	872	0.105
Podłoga	20	403	55	736	0.136
Sufit	70	94	33	240	0.347
Ściany (4)	50	238	43	2694	/

## Płaszczyzna pracy:

Wysokość: 0.850 m  
Siatka: 128 x 128 Punkty  
Margines: 0.000 m

## Wykaz opraw

Nr.	Ilość	Etykieta (Czynnik korekcyjny)	$\Phi$ (Oprawa) [lm]	$\Phi$ (Lampy) [lm]	P [W]
1	16	PHILIPS BVP651 35K 1xEco/740 A60 LO (1.000)	22050	35000	252.0
W sumie:			352800	W sumie: 560000	4032.0

Specyfikacja mocy przyłączeniowej:  $6.40 \text{ W/m}^2 = 1.52 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Powierzchnia podstawowa:  $630.00 \text{ m}^2$ )