

Audyt energetyczny budynku

**dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego
przewidzianego do realizacji w trybie
Ustawy z dn. 21.11.2008 r**

Adres budynku :	miejsowość : 16-100 Sokółka ulica: Mariańska 31 powiat: sokólski województwo : podlaskie
Wykonawca audytu :	imię i nazwisko : Elżbieta Piotrowska tytuł zawodowy : mgr inż. nr opracowania : 9/2021

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	użyteczności publicznej – kryta pływalnia OSiR		1.2 Rok budowy 1999 r.
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres)	Ośrodek Sportu i Rekreacji 16 - 100 Sokółka ul. Mariańska 31	1.4 Adres budynku	Miejscowość: Sokółka Powiat: sokólski Województwo : podlaskie
2. Nazwa i adres firmy wykonującej audyt: Ptaszyński Architektura Roman Ptaszyński 15-611 Białystok , ul. Bałtycka 2/9			
3. Imię i nazwisko, nr PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje: mgr inż. Elżbieta Piotrowska ,15-561 Białystok ul. Gródecka 17 D , tel. 85 7433 572 PESEL 58031806487 uprawnienia projektowe nr BŁ/22/87, BŁ/282/89, uprawnienia wykonawcze BŁ/71/94 kurs dla audytorów energetycznych NAPE 01/97 , KAPE/97/034 Zrzeszenie Audytorów Energetycznych nr czł. 132 , kwalifikacja KAPE nr 0164			
4. Współautorzy audytu: Imiona, nazwiska, zakresy prac, posiadane kwalifikacje			
Lp	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	Posiadane kwalifikacje (w tym uprawnienia)
	mgr inż. arch. Roman Ptaszyński	Inwentaryzacja , koncepcja projektowa	BŁ-POKK-11/03
5. Miejscowość: Białystok data wykonania opracowania marzec 2021r			
6. Spis treści:			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Strony tytułowe budynku 2. Karta audytu energetycznego budynku 3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora 4. Inwentaryzacja techniczno – budowlana budynku 5. Ocena stanu technicznego budynku 6. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego budynku 7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego 8. Opis optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji 9. Załączniki 			

3. Karta audytu energetycznego budynku

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	szkielet żelbet. ściany murowane dach basenu szkielet z drewna klejonego	szkielet żelbet. ściany murowane dach basenu szkielet z drewna klejonego
2.	Liczba kondygnacji	podbasenie i piwnica hala basenu + antresola, dwie kondygnacje części socjalno- administracyjnej	podbasenie i piwnica hala basenu + antresola, dwie kondygnacje części socjalno- administracyjnej
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	12 624	12 624
4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m ²]	3 115	3 115
5.	Powierzchnia użytkowa lokali mieszkalnych [m ²]	0	0
6.	Udział powierzchni użytkowej lokali mieszkalnych W całkowitej powierzchni użytkowej budynku [%]	0	0
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	225 os./dzień	225 os./dzień
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	centralnie z węzła ciepłego	centralnie z węzła ciepłego
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	ciepło systemowe z węzła ciepłego	ciepło systemowe z węzła ciepłego
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,45	0,45
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	pływalnia kryta	pływalnia kryta
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/(m²K)]			
1.	Ściany zewnętrzne	0,33	0,19
2.	Ściany zewnętrzne piwnicy użytkowej	0,41	0,41
3.	Dach hali pływalni	0,74	0,11
4.	Stropodach zaplecza	0,15	0,15
5.	Podłoga na gruncie piwnica	0,83	0,83
6.	Okna U _{sr}	2,0	0,90
7.	Witryny przeszklone w ścianach zewnętrznych	2,2	0,90
8.	Drzwi zewnętrzne /bramy	3,0	1,3
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania	0,95	0,95
2.	Sprawność przesyłania	0,96	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,89	0,89
4.	Sprawność akumulacji	1,0	1,0
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,0	1,0
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,0	1,0
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania	0,91	0,91
2.	Sprawność przesyłania	0,70	0,70
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,0	1,0
4.	Sprawność akumulacji	0,90	0,90
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna/ mechaniczna	naturalna/ mechaniczna

2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	mikrowentyl. okien/ kanały wentylacyjne	nawiewniki okienne/ kanały wentylacyjne
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	13 615	13 615
4.	Liczba wymian [m ³ /h]	wg. projektu	wg. projektu
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	215,0	150,85
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	24,68	24,68
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	2 398,11	1 319,93
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) energia końcowa na ogrzewanie i wentylację [GJ/rok]	2 956,97	1 627,53
5.	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie energii do przygotowania cwu energia końcowa na cwu [GJ/rok]	296,74	296,74
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	brak danych	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na podgrzanie cwu (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	brak danych	-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	52,7	29,04
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	65,06	35,81
10. ²⁾	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0	0
7. Koszty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku ³⁾ [zł / GJ]	60,07	60,07
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ⁴⁾ [zł / (MW m-c)]	13 078,50	13 078,50
3.	Opłata za podgrzanie 1 GJ wody użytkowej [zł / GJ]	60,07	60,07
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc ⁴⁾ [zł / (MW m-c)]	13 078,50	13 078,50
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł / (m ² m-c)]	-	-
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł / m-c]	0	0
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowane koszty całkowite termomodernizacji		[zł]	2 350 780*
Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię		[%]	40,8
Roczna oszczędność kosztów energii		[zł/rok]	117 474**
1. Inne			
Wraz z realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w budynku ZOSTANIE / NIE ZOSTANIE ⁵⁾ zainstalowana mikroinstalacja odnawialnego źródła energii o mocy maksymalnej 49,98 kW.			
Z audytu energetycznego WYNIKA / -NIE WYNIKA ⁵⁾ , że po zrealizowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego elementy budynku poddane temu przedsięwzięciu będą spełniać stosowane od dnia 31 grudnia 2020 r. wymagania, o których mowa w art. 5a ust. 2 ustawy			

- 1) Dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku.
- 2) U_{OZE} [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw , jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej.
- 3) Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii.
- 4) Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii.
- 5) Niepotrzebne skreślić

***kwota dotyczy jedynie przedsięwzięć rozpatrywanych w audycie , natomiast koszt całkowity inwestycji łącznie z instalacją fotowoltaiczną to N = 2 564 260 zł**

****Kwota oszczędności wynika z zastosowania do jej wyznaczenia obliczeniowych mocy cieplnych , normatywnych wartości temperatur wewnętrznych w budynku , oraz warunków standardowego sezonu grzewczego;**

Wszystkie ceny w audycie są brutto , zawierają podatek VAT

4. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora

4.1. Dokumentacja projektowa:

- projekt budowlany architektura , wykonany w 1998 r.
- projekt zamienny wielobranżowy , wykonany w 1999 r.
- projekt techniczny wentylacji mechanicznej i ogrzewania powietrznego , wykonany w 1998r.
- opracowanie techniczne U/IIB/5/2006 dot. Ustalenia przyczyn wykraplania się wody na elementach podwieszonych sufitu , wykonane przez Politechnikę Białostocką w czerwcu 2006r.
- inwentaryzacja krytej pływalni , wykonana 2021r.

4.2. Inne dokumenty:

- Faktury za energię ciepłą od MPEC w Sokółce Sp. z o.o. -
- Normy i rozporządzenia

Ustawa z dn. 21 listopada 2008r o wspieraniu termomodernizacji i remontów (Dz. U. Nr.223) .

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dn. 17 marca 2009r w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego , oraz audytu remontowego .

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dn. 6 listopada 2008r w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową , oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej.

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dn. 5 lipca 2013 r (wraz z późniejszymi zmianami) w sprawie warunków technicznych , jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. poz. 926)

Polska Norma PN-EN ISO 6946:2008 ; PN-EN ISO 13370 ; PN-EN ISO 14683 ;

PN-EN 12831: 2006 ; PN-EN ISO 13790: 2009 .

4.3. Data wizji lokalnej:

styczeń 2021r.

4.4. Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zleceniodawcy)

- obniżenie kosztów ogrzewania w budynku ,
- ocieplenie przegród zewnętrznych , z uwzględnieniem likwidacji przyczyny wykrapłania wody na wadliwie wykonanej izolacji dachu nad halą basenu (wnioski ekspertyzy) .

5. Inwentaryzacja techniczno – budowlana budynku

4. a Ogólne dane o budynku

Własność	samorządowa
Przeznaczenie budynku	użyteczności publicznej - kryta pływalnia OSiR
Adres	Ośrodek Sportu i Rekreacji 16 - 100 Sokółka ul. Mariańska 31
Budynek	wolno stojący

Rok budowy	1999 r	Rok zasiedlenia	-
Technologia budynku	szkieletowa żelbetowa , ściany murowane , strop hali basenowej szkielet z drewna klejonego , dach jednospadowy		
1. Powierzchnia zabudowana [m²]	1 380	7. Liczba klatek schodowych	2 wydzielone
2. Kubatura budynku [m³]	12 624	8. Liczba kondygnacji	piwnica techniczna + hala basenu + część szatniowo - sanitarna dwie kondygnacje + antresola otwarta na halę basenu
3. Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, szybów, wind, otwartych wnęk, logii i galerii [m³]	12 624	9. Wysokość kondygnacji w świetle [m]	kondygnacje 3,0 m piwnica 3,0 m hala basenu 8,40 m
4. Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku [m²]	3 115	10. Liczba użytkowników	225 osoby/dzień (statystyczne wejścia na basen)
5. Budynek podpiwniczony	tak		

4. b. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Parter stanowią holl wejściowy , hala basenu , pomieszczenia szatni i sanitarne w części zaplecza , w piwnicy zlokalizowane jest podbasenie i pomieszczenia techniczne . Dwie wydzielone klatki schodowe na kondygnację piętra administracyjnego i pom. klubowych .

Zasadnicza hala basenowa mieści duży basen podstawowy i małą nieckę . Do hali basenowej przylegają szatnie, natryski , gabinety i gastronomia , oraz widownia .

Konstrukcja zasadnicza słupowo – ryglowa żelbetowa, ściany murowane z cegły pełnej. Wydzielone klatki schodowe w zapleczu .

Ściany zewnętrzne hali przeszklone profilami aluminiowymi - witryny nieuchylne , o współczynniku przenikania ciepła $U= 2,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, fasada wejścia i drzwi przeszklone w profilach aluminiowych , o współczynniku przenikania ciepła $U= 3,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Dach nad halą basenu na łukowych dźwigarach i płatwiach z drewna klejonego , ocieplony wełną mineralną , z sufitem podwieszanym od strony hali . Stropodach nad zapleczem wentylowany z więźbą drewnianą .

Podłoga na gruncie piwnica ocieplona 2 cm styropianu .

Stolarka okienna aluminiowa $U= 2,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

L.p	Opis	Pow. całkow. m^2	Pow. do obl. strat ciepła	U_k $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	Pow. okna m^2	U okna $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	Pow. drzwi m^2	U drzwi $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
1	Ściany zewnętrzne E	281,0	270,2	0,33	14,8 19,0	2,0 2,2	4,0	3,0
2	Ściany zewnętrzne N	332,0	302,4	0,33	125,2	2,0	4,0	3,0
3	Ściany zewnętrzne W	170,0	166,1	0,33	14,0 47,1	2,0 2,2		
4	Ściany zewnętrzne S	130,0	124,8	0,33	64,2	2,2		
5	Ściany piwnicy		449,3	0,41				
6	Stropodach hali basenowej	950	950	0,74				
7	Stropodach zaplecza		541	0,15				
8	Podłoga na gruncie piwnica		602,5	0,83				

4. c Charakterystyka energetyczna budynku

L.p.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.o.) q_{moc} kW	215,0
2	Średnia moc cieplna cwu q	24,68
3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania Q_H GJ/a	2 398,11
4	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania ciepła $E = Q_H / V$	52,7
5	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego Q_S GJ/a	2 956,97
7	Taryfa opłat (z VAT)	
	Oplata zmienna (za energię + przesył) zł / GJ	60,07
	Oplata stała zł / m-c	13 078,50

4. d. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Typ systemu	Ciepło z indywidualnego wymiennikowego węzła ciepłego w budynku, instalacja wodna dwururowa , pompowa , ogrzewanie powietrzne
2	Przewody w instalacji	Przewody rury stalowe do rozdzielaczy , rury prowadzone w podłodze , właściwa regulacja centralna i miejscowa, dobry stan techniczny
4	Rodzaje	Grzejniki płytowe , pętle ogrzewania podłogowego hali, ogrzewanie powietrzne hali
5	Oslonięcie grzejników	nie
6	Zawory grzejnikowe z głowicą termostatyczną	tak
7	Sprawności składowe systemu grzewczego	$\eta_g = 0,95$ $\eta_d = 0,89$ $\eta_e = 0,96$ $\eta_s = 1,0$
8	Liczba dni ogrzewania w tygodniu / liczba godzin na dobę	24/24

4. e. Charakterystyka systemu wentylacji

L.p.	Rodzaj danych	Rodzaj danych
1	Rodzaj instalacji	wentylacja mechaniczna nawiewno- wywiewna z odzyskiem ciepła i recyrkulacją -dwa układy w hali układ szatnie – natryski dwa układy sale klubowe
2	Strumień powietrza wentylacyjnego do obliczeń audytu m^3/h	13 615

4. f. Charakterystyka ciepłej wody użytkowej

Ciepła woda użytkowa przygotowywana jest w wymiennikowym węźle ciepłym w budynku . Instalacja z cyrkulacją , regulacja termostatycznymi zaworami mieszającymi .

4. g. Charakterystyka węzła ciepłego

Węzeł ciepły wielofunkcyjny , przygotowuje ciepło na potrzeby : centralnego ogrzewania , wentylacji mechanicznej , ciepłej wody użytkowej i podgrzewu wody basenowej . Wymienniki typu JAD , pełna regulacja automatyczna .

5. Ocena stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy**5.1. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku**

Budynek konstrukcyjnie jest w stanie dobrym . Ściany zewnętrzne o nieznacznie zbyt wysokim współczynniku przenikania , budynek wymaga ocieplenia .

Stolarka okienna i przeszklone fasady w profilach aluminiowych o współczynnik przenikania ciepła $U = 2,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ i $U = 2,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Drzwi zewnętrzne budynku przeszklone w przeszklonych profilach aluminiowych , $U = 3,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, nieszczelne .

Dach łukowy nad halą basenową , z ocieploną przestrzenią zamkniętą i podwieszonym sufitem , stanowi zdecydowany problem w eksploatacji i ma negatywny wpływ na efektywność energetyczną i komfort cieplny pomieszczenia , jak i na stan techniczny przegrody . Ocena zawarta w opracowaniu ekspertów z politechniki , wskazuje na niestaranne wykonanie warstw stropodachu , co w sezonie zimowym

, powoduje całkowite zawilgocenie wilgocią kondensacyjną wełny mineralnej i pozbawienie jej właściwości izolacji cieplnej, oraz wykraplanie tej wilgoci na suficie podwieszonym w hali basenu.

Budynek nie spełnia wymagań WY 2021.

5.2. Ocena stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy

L.p.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	<p><u>Przegrody zewnętrzne</u> Przegrody zewnętrzne mają niezadowalające współczynniki U</p> <ul style="list-style-type: none"> - ściany zewnętrzne $U = 0,33 \text{ W/m}^2\text{K}$; - stropodach hali $U = 0,74^* \text{ W/m}^2\text{K}$ 	<p>Należy ocieplić przegrody zewnętrzne i zapewnić wymagany współczynnik przenikania tych przegród minimum WT 2021</p> <ul style="list-style-type: none"> -dla ścian $U = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ -dla stropodachu $U = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$
2	<p><u>Okna i drzwi</u> W budynku okna w profilach aluminiowych, o współczynniku $U = 2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ i fasady przeszklone, witryny w ścianach zewnętrznych, o współczynniku $U = 2,2 \text{ W/m}^2\text{K}$. Drzwi zewnętrzne aluminiowe $U = 3,0 \text{ W/m}^2\text{K}$.</p>	<p>Przewiduje się wymianę stolarki, wymianę witryn w ścianach zewnętrznych $U = 0,90 \text{ W/m}^2\text{K}$, Wymiana drzwi zewnętrznych $U = 1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$,</p>
3	<p><u>Modernizacja wentylacji mechanicznej nawiewno – wywiewnej</u> wentylacja mechaniczna nawiewno- wywiewna z odzyskiem ciepła i recyrkulacją</p>	<p>Modernizacja wentylacji mechanicznej nawiewno / wywiewnej. Wymiana central wentylacyjnych z nagrzewnicami wodnymi i wymiennikami krzyżowymi pozwalającymi na odzysk ciepła z powietrza wywiewanego na poziomie ok. 95% , recyrkulacją i automatyką regulacyjną .</p>
4	<p><u>Instalacja ciepłej wody użytkowej</u> Cwu przygotowywana centralnie w węźle wymiennikowym . Instalacja w dobrym stanie technicznym , prawidłowo z automatyzowana</p>	<p>Nie przewidziano modernizacji</p>
5	<p><u>System grzewczy</u> Instalacja grzewcza centralna pompowa . Obieg z grzejnikami z głowicami termostatycznymi. Obieg ogrzewania podłogowego .</p>	<p>Instalacja nie wymaga modernizacji .</p>

*Istniejące warstwy dachu nad halą basenową : blachodachówka, łąty drewniane, folia przeciwwilgociowa, wełna mineralna Rockwool (25cm), folia, łąty drewniane, pustka powietrza, sufit podwieszany ze szczelnych paneli, zaprojektowano teoretycznie prawidłowo $R = 6,71 \text{ m}^2\text{K/W}$ i $U = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$, jednak w wyniku wadliwej eksploatacji i zamknięcia warstwy wełny mineralnej, jej właściwości cieplne oceniam na ok.10% i to po osuszeniu w sezonie letnim, stąd można przyjąć, iż w stanie istniejącym współczynnik przenikania przegrody to $U = 0,74 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Przewiduję demontaż i utylizację wszystkich warstw dachu, pozostają elementy konstrukcji na których nowa przegroda w składzie :membrany dachowej z geowłókniną, izolacji termicznej z płyt z pianki poliuretanowej o gr. 20 cm i $\lambda = 0,023 \text{ W/mK}$, paraizolacji samoprzylepnej, folii z wkładką aluminiową, blachy stalowej trapezowej, i sufitu nieszczelnego, akustycznego podwieszanego, wymagania WT 2021.

6. Wykaz rodzajów usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez : - ściany zewnętrzne Zmniejszenie strat przez przenikanie przez stropodachy	Ocieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemia styropianem , metoda BSO (lekka mokra) Demontaż i utylizacja istniejących warstw dachu , pozostają elementy konstrukcji na których należy ułożyć nową przegrodę w składzie : membrany dachowej z geowłókniną , izolacji termicznej z płyt z pianki poliuretanowej , $\lambda=0,023$ W/mK , paraizolacji samoprzylepnej , folii z wkładką aluminiową , blachy stalowej trapezowej , i sufitu nieszczelnego , akustycznego podwieszanego , lub inną o podobnych właściwościach .
2	Zmniejszenie strat przez przenikanie i strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego przez okna i drzwi zewnętrzne	Wymiana okien istniejących , na okna o profilach aluminiowych i współczynniku $U = 0,90$ W/m ² K , Wymiana witryn istniejących w ścianach zewnętrznych , na cieplejsze o profilach aluminiowych i współczynniku $U = 0,90$ W/m ² K , Wymiana drzwi zewnętrznych istniejących na aluminiowe i współczynniku $U = 1,3$ W/m ² K .
3	Zmniejszenie strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Modernizacja wentylacji mechanicznej nawiewno / wywiewnej. Wymiana central wentylacyjnych z nagrzewnicami wodnymi i wymiennikami krzyżowymi pozwalającymi na odzysk ciepła z powietrza wywiewanego na poziomie ok. 95% , recyrkulacją i automatyką regulacyjną .

7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1. Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

L.p.	Grupa usprawnień	Rodzaje usprawnień
1	2	3
1	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez : - ściany zewnętrzne Zmniejszenie strat przez przenikanie przez stropodachy	Ocieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemia styropianem , metoda BSO (lekka mokra) Demontaż i utylizacja istniejących warstw dachu , pozostają elementy konstrukcji na których należy ułożyć nową przegrodę w składzie : membrany dachowej z geowłókniną , izolacji termicznej z płyt z pianki poliuretanowej , $\lambda=0,024$ W/mK , paraizolacji samoprzylepnej , folii z wkładką aluminiową , blachy stalowej trapezowej , i sufitu szczelnego , akustycznego podwieszanego , lub inną o podobnych właściwościach .
2	Zmniejszenie strat przez przenikanie i strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego przez okna i drzwi zewnętrzne	Wymiana okien istniejących , na okna o profilach aluminiowych i współczynniku $U = 0,90$ W/m ² K , Wymiana witryn istniejących w ścianach zewnętrznych , na cieplejsze o profilach aluminiowych i współczynniku $U = 0,90$ W/m ² K , Wymiana drzwi zewnętrznych istniejących na aluminiowe i współczynniku $U = 1,3$ W/m ² K .
3	Zmniejszenie strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Modernizacja wentylacji mechanicznej nawiewno / wywiewnej. Wymiana central wentylacyjnych z nagrzewnicami wodnymi i wymiennikami krzyżowymi pozwalającymi na odzysk ciepła z powietrza wywiewanego na poziomie ok. 95% , recyrkulacją i automatyką regulacyjną .

7.2. Ocena opłacalności i wyboru usprawnień dotyczy zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody i zapotrzebowania na ciepło na ogrzanie powietrza

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się :

- Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne ,
- Ocena opłacalności i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien i / lub drzwi oraz zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego
- Ocena opłacalności i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia polegającego na montażu systemu mechanicznej wentylacji nawiewno - wywiewnej oraz zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego
- Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie .

W obliczeniach przyjęto następujące dane :

Wyszczególnienie	W stanie obecnym	Po termo modernizacji	
$t_{wo \text{ \acute{s}red.}}$	24	24	$^{\circ}\text{C}$
t_{zo}	-22	-22	$^{\circ}\text{C}$
Sd – dla przegród zewnętrznych	5 023,4	5 023,4	dzień·K·a
O_{0m} , O_{1m} (opłata stała)	13 078,50	13 078,50	zł / MW m-c
O_{0z} , O_{1z} (opłata zmienna)	60,07	60,07	zł/GJ

Dane dotyczące cen i taryf dostawcy ciepła i energii elektrycznej

zasilanie z węzła indywidualnego dostawcy ciepła MPEC w Sokółce Sp. z o.o.
grupa A3-D , moc zamówiona 421 kW

O_m - opłata za moc zamówioną	7 280,43 zł / MW m-c
- opłata za przesył	3 352,50 zł / MW m-c
O_z - opłata za energię	32,65 zł / GJ
- opłata przesyłowa	16,19 zł / GJ

$O_m = 13\,078,50$ zł / MW m-c z VAT

$O_z = 60,07$ zł / GJ z VAT

Cena średnia energii elektrycznej z sieci krajowych

$O_e = 0,911$ zł / kWh z VAT

7.2.1 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne budynku		
Dane:						
Powierzchnia przegrody do obliczania strat ciepła				A= 861,5 m ²		
Powierzchnia przegrody do obliczeń kosztów				A= 883,0 m ²		
Opis wariantów usprawnienia:						
Przewiduje się ocieplenie powierzchni ścian zewnętrznych budynku styropianem fasadowym o współczynnikiem przewodzenia $\lambda=0,040$ W/mK ,(wykonanie na odpowiednio przygotowanej powierzchni ścian) np. w systemie ocieplania fasad budynków FASROCK . Obróbki okien , fasad przeszklonych , drzwi i obróbki blacharskie . Wymiana rynien spustowych.						
Wariant 1 : grubość izolacji 8 cm ,						
Wariant 2 : grubość izolacji 10 cm ,						
Wariant 3 : grubość izolacji 12 cm						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,08	0,10	0,12
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² ·K)/W		2,0	2,5	3,0
3	Opór cieplny R	(m ² ·K)/W	3,03	5,03	5,53	6,03
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	123,39	74,78	71,04	63,56
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A(t_{w0} - t_{z0}) /R$	MW	0,0208	0,0088	0,0079	0,0072
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/a		4 803	5 169	5 228
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		302	310	325
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		266 666	273 730	286 975
9	SPBT = $N_U / \Delta O_{ru}$	lata		55,52	52,95	54,89
10	U_0, U_1	W/ m ² ·K	0,33	0,20	0,19*	0,17
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Oferta firm wykonawczych ,						
$N = 883 \text{ m}^2 \times 310 \text{ zł/m}^2 = 273 730 \text{ zł}$ brutto (z VAT)						
Wybrany wariant: 2			Koszt: 273 730 zł	SPBT= 52,95 lat		

*Przyjęto wymagania Rozporządzenia na rok 2021

7.2.2 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Stropodach hali basenu		
Dane:						
Powierzchnia przegrody do obliczania strat ciepła				A= 950 m ²		
Powierzchnia przegrody do obliczeń kosztów				A= 950,0 m ²		
Opis wariantów usprawnienia:						
Przewiduje się demontaż i utylizację istniejących warstw dachu , pozostają elementy konstrukcji na których należy ułożyć nową przegrodę w składzie : membrany dachowej z geowłókniną , izolacji termicznej z płyt z pianki poliuretanowej , $\lambda=0,024$ W/mK , paraizolacji samoprzylepnej , folii z wkładką aluminiową , blachy stalowej trapezowej , i sufitu nieszczelnego , akustycznego podwieszanego , lub inną o podobnych właściwościach . Dodatkowo przewidziano przełożenie systemu rynien deszczowych .						
Wariant 1 : grubość izolacji 15 cm ,						
Wariant 2 : grubość izolacji 20 cm ,						
Wariant 3 : grubość izolacji 22 cm						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,15	0,20	0,22
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² ·K)/W		6,25	8,33	9,17
3	Opór cieplny R	(m ² ·K)/W	1,35**	7,60	9,68	10,52
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	305,12	57,72	45,35	41,23
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) / R$	MW	0,0338	0,0076	0,0051	0,0050
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/a		18 973	20 108	20 372
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²				
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		1063335	1110075	1168500
9	SPBT = $N_U / \Delta O_{ru}$	lata		56,04	55,20	57,36
10	U_0, U_1	W/ m ² ·K	0,74	0,14	0,11*	0,10
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Kalkulacja z przetargów dla innych budynków podobnego typu ,						
$N = 950 \text{ m}^2 \times (800 \text{ zł/m}^2 \text{ montaż} + 150 \text{ zł/m}^2 \text{ demontaż i utylizacja}) = 902 500 \text{ zł} + 23\% \text{ VAT}$						
$N = 1 110 075 \text{ zł}$ brutto						
Wybrany wariant: 2			Koszt: 1 110 075 zł	SPBT= 55,20 lat		

*Przyjęto wymagania Rozporządzenia na rok 2021

**wyjaśnienie założeń przyjęte na str.10

7.2.3 Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawienie systemu wentylacji.						
						Przedsięwzięcie: wymiana okien
Dane:						
$A_{OK} = 154,0 \text{ m}^2$		$V_{nom} = 2\,925,3 \text{ m}^3/\text{h}$		$C_w = 1,0$		
Opis wariantów usprawnienia:						
Usprawnienie obejmuje wymianę okien istniejących na okna szczelne aluminiowe o podwyższonym standardzie cieplnym i ciepłym montażu .						
Wariant 1: okna trzyszybowe z profili aluminiowych , $U = 1,1 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$,						
Wariant 2: okna trzyszybowe z profili aluminiowych , $U = 0,90 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$; (WT od 2021r) ,						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania okien	W/ m ² ·K	2,0	1,1	0,90*	
2	$0,0000864 \cdot S_d \cdot A_{OK} \cdot U$	GJ/a	133,68	73,52	60,15	
3	Współczynnik C_r Współczynnik C_m	-	1,1 1,1	1,0 1,0	1,0 1,0	
4	$0,0000294 \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	475,23	432,03	432,03	
5	$Q_0, Q_1 = (2) + (4)$	GJ/a	608,91	505,55	492,18	
6	$10^{-6} \cdot A_{OK} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0153	0,0088	0,0072	
7	$3 \cdot 4 \cdot 10^{-7} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0516	0,0462	0,0462	
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,0679	0,00550	0,0544	
9	$\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw} =$	zł/rok		8 232	9 131	
10	Koszt wymiany okien N_{OK}	zł		251 020	254 100	
11	$SPBT = N_{OK} / (\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw})$	lata		30,49	27,83	
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny wg oferty firm branżowych						
$N = 1\,650 \text{ zł/m}^2 = 254\,100 \text{ zł}$ brutto						
Wybrany wariant: 2			Koszt: 254 100 zł		SPBT= 27,83 lat	

*Przyjęto wymagania Rozporządzenia na rok 2021

7.2.4 Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawienie systemu wentylacji.						
Przedsięwzięcie: wymiana witryn aluminiowych w ścianach zewnętrznych						
Dane: $A_{OK} = 207,3 \text{ m}^2$						
Opis wariantów usprawnienia: Usprawnienie obejmuje wymianę istniejących przeszklonych witryn z profili aluminiowych w ścianach zewnętrznych, nieuchylnych, na nowe podwyższonym standardzie cieplnym i ciepłym montażu.						
Wariant 1: zestawy trzyszybowe aluminiowe, $U = 1,1 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$,						
Wariant 2: zestawy trzyszybowe aluminiowe, $U = 0,90 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$; (WT od 2021r)						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania okien	$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$	2,2	1,1	0,90*	
2	$0,0000864 \cdot S_d \cdot A_{OK} \cdot U$	GJ/a	197,94	98,97	80,98	
6	$10^{-6} \cdot A_{OK} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0216	0,0115	0,0095	
9	$\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw} =$	zł/rok		7 530	8 925	
10	Koszt wymiany okien N_{OK}	zł		296 439	300 585	
11	$SPBT = N_{OK} / (\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw})$	lata		39,37	33,68	
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny wg oferty firm branżowych						
$N = 1\,450 \text{ zł/m}^2 \times 207,3 = 300\,585 \text{ zł}$ brutto						
Wybrany wariant: 2			Koszt: 300 585 zł		SPBT= 33,68 lat	

*Przyjęto wymagania Rozporządzenia na rok 2021

7.2.5 Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi zewnętrznych oraz poprawienie systemu wentylacji.						
Przedsięwzięcie: wymiana drzwi zewnętrznych						
Dane :						
$A_d = 8,0 \text{ m}^2$ stan istniejący		$V_{nom} = 1\,812,6 \text{ m}^3/\text{h}$		$C_w = 1,0$		
Opis wariantów usprawnienia:						
Usprawnienie obejmuje wymianę starych drzwi istniejących na szczelne w profilach aluminiowych, w pomieszczeniach technicznych drzwi stalowe, o podwyższonym standardzie cieplnym.						
Wariant 1: drzwi, $U = 1,5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$,						
Wariant 2: drzwi, $U = 1,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$, WT 2021						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania	W/ m ² ·K	3,0	1,5	1,3*	
2	$0,0000864 \text{ Sd} \cdot A \cdot U$	GJ/a	10,42	5,21	4,51	
3	Współczynnik C_r Współczynnik C_m	-	1,2 1,15	1,0 1,0	1,0 1,0	
4	$0,0000294 \text{ C}_r \cdot \text{C}_w \cdot V_{nom} \cdot \text{Sd}$	GJ/a	321,24	267,70	267,70	
5	$Q_0, Q_1 = (2) + (4)$	GJ/a	331,66	272,91	272,21	
6	$10^{-6} \cdot A(t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0057	0,0019	0,0017	
7	$3 \cdot 4 \cdot 10^{-7} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0321	0,0279	0,0279	
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,0378	0,0298	0,0296	
9	$\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw} =$	zł/rok		4 784	4 921	
10	Koszt wymiany N	zł		14 200	14 400	
11	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł				
12	$SPBT = (N + N_w) / (\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw})$	lata		2,97	2,92	
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny wymiany wg oferty firmy branżowej						
N = 14 400 zł brutto						
Wybrany wariant: 2		Koszt: 14 400 zł		SPBT= 2,92 lat		

*Przyjęto wymagania Rozporządzenia na rok 2021

7.2.6 Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia prowadzącego do zmniejszenia zużycia ciepła na podgrzanie powietrza dla systemu wentylacji.

Przedsięwzięcie: modernizacja wentylacji mechanicznej nawiewno - wywiewna

Dane:

$$V_{\text{nom}} = 13\,615 \text{ m}^3/\text{h}$$

Opis wariantów usprawnienia:

Usprawnienie polegające na wymianie pięciu central DP wentylacji mechanicznej nawiewno- wywiewnej w budynku , dwie w układach hali basenu , jedna na zapleczu i dwie w układach NW4 i NW5 .
Możliwość zastosowania nowych central wentylacyjnych z rekuperacją , nagrzewnicami wodnymi i odzyskiem ciepła 95% , kanały wentylacyjne bez zmian .

Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Stan po termomodernizacji
1	Strumień powietrza wentylacyjnego	m ³ /h	13 615	13 615
2	Sprawność odzysku ciepła		50%	95%
3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do podgrzania powietrza	GJ/rok	1 005,38	100,54
4	Moc cieplna na podgrzanie powietrza	MW	0,1062	0,0105
5	Roczna oszczędność kosztów ΔQ_{rok}	zł/rok		69 372
7	Koszt wentylacji mechanicznej ogólnej N_W	zł		397 890
8	SPBT	lata		5,73

Podstawa przyjętych wartości N_U

Wg. oferty firmy Dan-Poltherm Sp. z o.o. (załącznik)

$$N = 358\,530 \text{ zł (urządzenia)} + 39\,360 \text{ zł (demontaż i utylizacja)} = 397\,890 \text{ zł brutto}$$

Wybrany wariant: po termomodernizacji	Koszt: 397 890 zł	SPBT= 5,73 lat
----------------------------------------------	--------------------------	-----------------------

7.2.3. Wybrane i zoptymalizowane ulepszenia termomodernizacyjne zmierzające do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło w wyniku zmniejszenia strat przenikania ciepła przez przegrody budowlane, Stolarkę okienną i drzwiową, oraz modernizację instalacji wentylacji mechanicznej nawiewno – wywiewnej, uszeregowane według rosnącej wartości SPBT

L.p.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót , zł	SPBT lata
1	2	3	4
1	Wymiana drzwi zewnętrznych	14 400	2,92
2	Modernizacja wentylacji mechanicznej	397 890	5,73
3	Wymiana okien	254 100	27,83
4	Wymiana przeszklonych witryn zewnętrznych	300 585	33,68
5	Ocieplenie ścian zewnętrznych	273 730	52,95
6	Ocieplenie dachu hali basenu	1 110 075	55,20

7.3. Ocena sprawność systemu grzewczego w budynku basenu

$$Q_{co} = 2\,398,11 \text{ GJ/a}$$

$$W_{to} = 1,0 \quad W_{do} = 1,0$$

$$\eta_0 = 0,99 * 0,98 * 0,98 * 1,0 = 0,95$$

$$q = 0,215 \text{ MW}$$

L.p.	opis	wartości współczynników sprawności
1	Wytwarzanie ciepła : węzeł wymiennikowy powyżej 300 kW	$\eta_g = 0,95$
2	Przesyłanie ciepła : rury z izolacją , węzeł i leżaki w podbaseniu ogrzewanym	$\eta_d = 0,96$
3	Regulacja i wykorzystanie systemu ogrzewania: ogrzewanie grzejnikowe i podłogowe , regulacja pogodowa centralna i przepływu , regulacja miejscowa- zawory grzejnikowe z głowicami termostatycznymi	$\eta_e = 0,89$
4	Akumulacja ciepła brak zbiornika buforowego	$\eta_s = 1,0$
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g * \eta_d * \eta_e * \eta_s =$	$\eta = 0,811$
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia - bez przerw ,	$W_t = 1,0$
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$W_d = 1,0$

7.4. Wybór rodzajów ulepszeń termomodernizacyjnych składających się na optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje :

- Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
- Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.4.1 Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych w budynku

- Wymiana drzwi zewnętrznych
- Modernizacja wentylacji mechanicznej nawiewno – wywiewnej
- Wymiana okien
- Wymiana przeszklonych witryn zewnętrznych
- Ocieplenie ścian zewnętrznych
- Ocieplenie dachu hali basenu

7.4.2 Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

$Q_o = W_{do} \cdot Q_{0co} / \eta_o + Q_{0cw}$ $q_o = q_{0co} + q_{0cw}$ $O_{or} = Q_o \cdot O_z + O_m \cdot 12 \cdot q_o$						$Q_l = W_{dl} \cdot Q_{lco} / \eta_l + Q_{lcw}$ $q_l = q_{lco} + q_{lcw}$ $O_{lr} = Q_l \cdot O_z + O_m \cdot 12 \cdot q_l$				
Nr wariant.	Q_{0co} Q_{lco} GJ	q_{0co} q_{lco} kW	η_o W_{do} η_b W_{dl}	Q_{0cw} Q_{lcw} GJ	q_{0cw} q_{lcw} kW	Q_o Q_l GJ	q_o q_l kW	O_{or} O_{lr} zł	ΔO_r zł	N zł
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Stan istniejący	2 398,11	215,0	0,811	296,74	24,68	3 253,71	239,68	233 065		
1	1 319,93	150,85	0,811	296,74	24,68	1 924,27	175,53	115 591	117 474	2 350 780
2	1 558,22	177,0	0,811	296,74	24,68	2 218,09	201,68	164 892	68 173	1 240 705
3	1 608,83	182,51	0,811	296,74	24,68	2 280,50	207,19	169 506	63 559	966 975
4	1 721,92	193,93	0,811	296,74	24,68	2 419,95	218,61	179 675	53 390	666 390
5	1 806,54	208,05	0,811	296,74	24,68	2 524,28	232,73	188 158	44 907	412 290
6	2 373,06	208,05	0,811	296,74	24,68	3 222,83	232,73	230 120	2 945	14 400

7.4.3 Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w budynku

L.p.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite [zł]	Roczna oszczędność kosztów energii [zł]	Procentowa oszczędność zapotrzebowania energii [$Q_0 - Q_1/Q_0$] 100% [%]
1	2	3	4	5
1	+ ocieplenie dachu hali basenowej ocieplenie ścian zewnętrznych wymiana przeszklonych witryn zewnętrznych wymiana okien modernizacja wentylacji mechanicznej wymiana drzwi zewnętrznych	2 350 780	117 474	40,8%
2	+ ocieplenie ścian zewnętrznych wymiana przeszklonych witryn zewnętrznych wymiana okien modernizacja wentylacji mechanicznej wymiana drzwi zewnętrznych	1 240 705	68 173	31,8
3	+ wymiana przeszklonych witryn zewnętrznych wymiana okien modernizacja wentylacji mechanicznej wymiana drzwi zewnętrznych	966 975	63 559	29,9
4	+ wymiana okien modernizacja wentylacji mechanicznej wymiana drzwi zewnętrznych	666 390	53 390	25,6
5	+ modernizacja wentylacji mechanicznej wymiana drzwi zewnętrznych	412 290	44 907	22,4
6	wymiana drzwi zewnętrznych	14 400	2 945	0,9

$$SPBT = 2\,350\,780 / 117\,474 = 20,0 \text{ lat}$$

7.4.4 Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie dokonanej oceny , do realizacji przyjęto **wariant 1** kompleksowo obejmujący wszystkie analizowane w audycie przedsięwzięcia termomodernizacyjne w rozpatrywanym budynku

- Wymiana drzwi zewnętrznych
- Modernizacja wentylacji mechanicznej nawiewno – wywiewnej
- Wymiana okien
- Wymiana przeszklonych witryn zewnętrznych
- Ocieplenie ścian zewnętrznych
- Ocieplenie dachu hali basenu

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

8.1. Opis robót

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

- Ocieplenie ścian zewnętrznych budynku ,warstwą o gr. 10 cm styropianu o współczynniku przewodzenia $\lambda=0,04$ W/mK , roboty zaplanowano wykonać metodą BSO (lekka mokra) np. w systemie FASROCK .
Obróbki okien , fasad przeszklonych i obróbki blacharskie . Wymiana rynien spustowych.
Do wykonania 883 m² powierzchni izolowanej ścian , koszt całości robót **273 730 zł brutto**.

- demontaż i utylizację istniejących warstw dachu , pozostają elementy konstrukcji na których należy ułożyć nową przegrodę w składzie : membrany dachowej z geowłókniną , izolacji termicznej z płyt z pianki poliuretanowej o gr. 20 cm i $\lambda=0,024$ W/mK , paraizolacji samoprzylepnej , folii z wkładką aluminiową , blachy stalowej trapezowej , i sfitu nieszczelnego , akustycznego podwieszanego , lub inną o podobnych właściwościach . Dodatkowo przewidziano przełożenie systemu rynien deszczowych .
Do wykonania 950 m² powierzchni izolowanej .
Łączna kwota robót **1 110 075 zł brutto** .

- wymiana okien istniejących na okna szczelne w profilach aluminiowych , o podwyższonym standardzie cieplnym $U = 0,90$ W/m²·K i ciepłym montażu .
Powierzchnia okien do wymiany 154 m² . Łączny koszt robót **254 100 zł brutto** .

- wymiana okien istniejących przeszklonych witryn z profili aluminiowych w ścianach zewnętrznych , nieuchylnych , na nowe podwyższonym standardzie cieplnym i ciepłym montażu $U = 0,90$ W/m²·K i ciepłym montażu . Powierzchnia zestawów do wymiany 207,3 m² .
Łączny koszt robót **300 585 zł brutto** .

- wymiana istniejących drzwi zewnętrznych na szczelne w profilach aluminiowych , w pomieszczeniach technicznych drzwi stalowe, o podwyższonym standardzie cieplnym $U = 1,3$ W/m²·K .
Powierzchnia drzwi do wymiany 8 m² . Łączny koszt robót **14 400 zł brutto** .

- modernizacja instalacji wentylacji mechanicznej , usprawnienie polegające na wymianie pięciu central DP wentylacji mechanicznej nawiewno- wywiewnej w budynku - dwie w układach hali basenu , jedna na zapleczu i dwie w układach NW4 i NW5 . Nowe centrale wentylacyjne z rekuperacją , nagrzewnicami wodnymi i odzyskiem ciepła 95% , kanały wentylacyjne bez zmian .
Łączny koszt modernizacji wraz z demontażem i utylizacją urządzeń istniejących **397 890 zł brutto** .

8.2. Charakterystyka finansowa przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Kalkulowany koszt robót (z VAT) wyniesie	2 350 780 zł
Przewidywana oszczędność kosztów ogrzewania	117 474 zł
Czas zwrotu nakładów SPBT 2 350 780 / 117 474	20,0 lat

Załączniki do audytu

Załącznik nr 1

1. Obliczenie zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Charakterystyka systemu	Jednostka	Wartości – stan istniejący
(1)	(2)	(3)
ciepło właściwe wody c_w	$\text{kJ/kg}\cdot\text{K}$	4,19
gęstość wody ρ	kg/m^3	1 000
jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{cw}	l/os	8 l x 4 min. = 32 l/os
jed. odniesienia – ilość osób L	os/dzień	225
temperatura wody ciepłej w podgrzewaczu θ_{cw}	$^{\circ}\text{C}$	55
temperatura wody zimnej θ_0	$^{\circ}\text{C}$	10
współczynnik korekcyjny temp. Kt	-	0,50
czas użytkowania $t_{u,z}$	doba	334
roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,Nd} = V_{cw} * L * c_w * \rho * (\theta_{cw} - \theta_0) * k_t * t_{uz} / (1000 * 3600)$	kWh/rok	62 975
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	-	0,91
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,p}$	-	0,7
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	-	0,90
sprawność sezonowa wykorzystania	-	1,0
sprawność całkowita $\eta_{w,tot}$	-	0,573
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,w}$	kWh/a	109 904
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,w}$	GJ/a	395,65

Załącznik nr 2

**wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy ciepłej
budynku wykonane w programie komputerowym
Audytor**

wariant	Zapotrzebowanie mocy cieplnej kW	Zapotrzebowanie ciepła Q_H GJ/a
1	150,85	1 319,93
2	177,0	1 558,22
3	182,51	1 608,83
4	193,93	1 721,92
5	208,05	1 806,54
6	208,05	2 373,06
Stan istniejący	215,0	2 398,11

Załącznik nr 3

INSTACJA FOTOWOLTAICZNA (OZE)

1. Inwentaryzacja techniczna instalacji elektrycznej i wyniki pomiaru zużycia energii elektrycznej

W analizowanym budynku instalacja elektryczna zasila wewnętrzne oświetlenie w budynku , oraz szereg urządzeń technologicznych basenu , wentylacji mechanicznej i inne potrzebne przy bieżącej działalności .

Sprzedawcą energii elektrycznej jest IEN Energy Sp. z o.o. , przesył energii PGE Dystrybucja S A , budynek ma jeden pomiar główny wg. licznika, kod: PL_ZEBB_2011000484_03

Wyniki pomiarów energii czynnej tym licznikiem wskazują , że całkowite zużycie energii elektrycznej przez urządzenia elektryczne, oraz oświetlenie zasilane z analizowanej instalacji, w 2020 wyniosło:

$$\Sigma Eel(pom) = 235\ 640 \text{ kWh/rok.}$$

2. Analiza efektów planowanych do uzyskania w wyniku realizacji przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej

Przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej instalacji elektrycznej

W poniższej tabeli przedstawiono dane techniczne określone przez analizowanych producentów instalacji fotowoltaicznych.

Podstawowe dane techniczne analizowanych instalacji fotowoltaicznych
wg. ofert firm branżowych

Lp.	wyszczególnienie	WARIANT I	WARIANT II
		SUNWATENERGY	PGREEN
1	Moc instalacji [kW]	49,98	49,95
2	Liczba paneli w instalacji [szt.]	147	175
3	Moc panelu [W]	340	269
4	Model modułu	JAM60S10-340	
5	Ilość wyprodukowanej energii kWh/rok	50 180	50 150
6	Koszt instalacji zł (z VAT)	213 480	238 075
7	SPBT	22,16	24,72

Przyjmowane do obliczeń ilości energii promieniowania słonecznego, dla powierzchni orientacji południowo - wschodniej (S - E) i kącie nachylenia 30°, dotyczące Białegostoku , przedstawiono w poniższej tabeli.

Ilości energii promieniowania słonecznego przyjmowane do obliczeń

Lp.	miesiąc	I_{sol}
1	styczeń	25,355
2	luty	34,106
3	marzec	66,670
4	kwiecień	99,136
5	maj	139,725
6	czerwiec	146,396
7	lipiec	143,249
8	sierpień	122,526
9	wrzesień	92,722
10	październik	44,687
11	listopad	22,852
12	grudzień	17,159

Cena 1 kWh energii elektrycznej dostawcy uśredniona 0,911 zł / kWh brutto na obecnym poziomie
 Roczna redukcja kosztów związanych z realizacją tego przedsięwzięcia
 $50\,180 \text{ kWh} \times 0,911 = 45\,714 \text{ zł} / \text{rok}$

Kalkulacja kosztów wg. oferty firmy

Wariant I **N = 213 480 zł brutto**

Wariant II **N = 238 075 zł brutto**

3. Opis wybranego do realizacji wariantu

Jako optymalny zestaw przedsięwzięcia termomodernizacyjnego służącego poprawie efektywności energetycznej wskazuje się :

wariant I – instalacja fotowoltaiczna na gruncie obok budynku o mocy 49,98 kW_p , w skład zestawu projektowanego wchodzi 147 szt. paneli produkcji JA Solar PV Technology Co. Ltd. , oraz urządzenia , **koszt inwestycji N = 213 480 zł z VAT**

Załącznik nr 4

Wskaźniki osiągnięcia efektów właściwe dla przedsięwzięć termomodernizacyjnych

EFEKTY CAŁEGO PRZEDSIĘWZIĘCIA

CAŁY ZAKRES RZECZOWY OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA PRZYJĘTY DO REALIZACJI

- Wymiana drzwi zewnętrznych
- Modernizacja wentylacji mechanicznej nawiewno – wywiewnej
- Wymiana okien
- Wymiana przeszklonych witryn zewnętrznych
- Ocieplenie ścian zewnętrznych
- Ocieplenie dachu hali basenu
- Instalacja fotowoltaiczna (OZE)

Obliczenia emisji zanieczyszczeń wykonano korzystając z materiałów informacyjno – instruktarzowych na temat wartości opałowych i wskaźników emisji CO₂ dla paliw wykorzystywanych w gospodarce krajowej wskazanych do raportowania w ramach Wspólnego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2020 .

Budynek zaopatrywany jest w energię z zewnętrznego źródła ciepła , którym jest ciepłownia na węgiel kamienny w 60% i zrębki w 40% poprzez miejską sieć ciepłowniczą (ciepło systemowe)

Stan przed termomodernizacją

- zużycie energii końcowej do ogrzewania , wentylacji w ciągu roku

$$Q = 2\,956,97 \text{ GJ / rok}$$

- zużycie energii końcowej do przygotowania ciepłej wody w ciągu roku

$$Q = 296,74 \text{ GJ / rok}$$

- energia pierwotna ,

dla 3 253,71 GJ przyjęto współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla danego nośnika energii 1,3 dla węgla i 0,2 dla biomasy; średni $w_i = 0,86$

$$3\,253,71 \text{ GJ / rok} \times 0,86 = \mathbf{2\,798,19 \text{ GJ/rok}}$$

energia pierwotna w stanie istniejącym

przyjęto wskaźnik emisji CO₂ (WE) 95,07 kg / GJ dla węgla i 0 dla biomasy

- emisja CO₂ przed termomodernizacją 185,60 Mg / rok

Stan po termomodernizacji

- zużycie energii końcowej do ogrzewania i wentylacji w ciągu roku

$$Q = 1\,627,53 \text{ GJ / rok}$$

- zużycie energii końcowej do przygotowania ciepłej wody w ciągu roku

$$Q = 296,74 \text{ GJ / rok}$$

- energia pierwotna ,

dla 1 924,27 GJ przyjęto współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla danego nośnika energii 1,3 dla węgla i 0,2 dla biomasy

$$\text{przyjęto wskaźnik emisji CO}_2 \text{ (WE) } 95,07 \text{ kg / GJ}$$

- emisja CO₂ przed termomodernizacją 109,76 Mg / rok

Końcowy efekt redukcji CO₂

185,60 Mg / rok – 109,76 Mg / rok = 75,84 Mg CO₂ / rok