

1. Dane identyfikacyjne budynku									
1.1 Rodzaj budynku:	Szkoła Podstawowa w Miechucinie				1.2 Rok budowy:	b.d.			
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL*) (*w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości):	Gmina Chmielno				1.4 Adres budynku:	ul.	Szkolna	nr	1
	ul.	Gryfa Pomorskiego	nr	22		kod:	83-334	mięscowość:	Miechucino
	kod:	83-333	mięscowość:	Chmielno		powiat:	kartuski	województwo:	pomorskie
	tel.	-	fax	-					
	Pesel:		-						
	Nazwa:		-						
2. Nazwa, adres i numer regon firmy wykonującej audyt:									
<p>CEdomu CERTYFIKACJA I MODERNIZACJA Piotr Moruń</p> <p>ul. Kasztanowa 31, 83-330 Żukowo</p> <p>tel. 604 434 360, ce@cedomu.pl</p> <p>NIP 772-192-81-73, REGON 221158537</p>									
3. Imię i nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:									
<p>mgr inż. Piotr Moruń, 83-330 Żukowo, ul. Kasztanowa 31, tel. 604 434 360</p> <p><small>uprawnienia do sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej Nr wpisu 2392, Członek ZAE nr 1802</small></p> <p><small>Certyfikowany Audytor ds. Energetyki Nr 095,</small></p>									
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska i zakresy prac, posiadane kwalifikacje:									
Lp.	Imię i nazwisko:		Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego:			Posiadane kwalifikacje (w tym ew. uprawnienia)			
1	-								
2	-								
5. Miejsowość:	Żukowo		data wykonania opracowania:			10-kwiecień-2023			
6. Spis treści:									
1	Karta audytu energetycznego							str.	2
2	Zestawienie danych źródłowych do wykonania audytu							str.	4
3	Część pierwsza - dane inwentaryzacyjne, wyznaczenie niezbędnych usprawnień termomodernizacyjnych							str.	5
4	Inwentaryzacja - opis techniczny elementów budynku i konstrukcji							str.	7
5	Charakterystyka energetyczna budynku, opłaty, taryfy							str.	7
6	Inwentaryzacja systemu grzewczego i instalacji							str.	8
7	Obliczeniowy strumień powietrza wentylacyjnego							str.	9
8	Ocena stanu technicznego budynku, wskazanie usprawnień							str.	10
9	Dane klimatyczne, stopniodni							str.	11
10	Część druga - analiza ekonomiczne poszczególnych usprawnień							str.	12
11	Analiza ekonomiczna - ciepła woda użytkowa							str.	19
12	Analiza ekonomiczna - system ciepłny							str.	20
13	Część trzecia - wybór optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, analiza ekonomiczna i energetyczna, wnioski							str.	21
14	Zestawienie wybranych i zoptymalizowanych usprawnień							str.	22
15	Prezentacja przyjętych wariantów modernizacji							str.	24
16	Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu							str.	25
17	Wnioski							str.	26
18	Załącznik 1 - bilans ciepłny stanu obecnego							str.	27
19	Załącznik 2 - bilans ciepłny optymalnego wariantu modernizacji							str.	37
20	Załącznik 3 - Audyt efektywności energetycznej - oświetlenie i fotowoltaika							str.	47
21	Załącznik 4- zestawienie kosztów							str.	66
22	Załącznik 5- efekt ekologiczny termomodernizacji							str.	68
23	Załącznik 6 - wskaźniki							str.	70

Budynek w całości

1. Dane ogólne		stan przed modernizacją	stan po modernizacji
1.	Konstrukcja / technologia budynku:	tradycyjna	tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji:	2	2
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	10 966	10 966
4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m ²]	2 705,80	2 705,80
5.	Powierzchnia użytkowa lokali mieszkalnych [m ²]	0,00	0,00
6.	Udział powierzchni użytkowej lokali mieszkalnych w całkowitej powierzchni użytkowej budynku [%]	0,00	0,00
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	304	304
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	kocioł na zrębki	kocioł na zrębki
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	kocioł na zrębki	kocioł na zrębki
11.	Współczynnik ΔV [1/m]	0,48	0,48
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne		[W/(m ² K)]	stan po modernizacji
1.	Stropodach płaski	3,79	3,79
2.	Stropodach hali	0,27	0,27
3.	Luksfery	4,50	0,90
4.	Drzwi zewnętrzne kotłownia	3,20	1,30
5.	Drzwi zewnętrzne 2,2	2,20	1,30
6.	Okna PCV	1,80	0,90
7.	Okna poliwęglanowe	2,60	0,90
8.	Aluminiowa elewacja	2,00	0,90
9.	Okna poliwęglanowe do likwidacji	2,60	0,20
10.	Podłoga w piwnicy	0,33	0,33
11.	Ściana zewnętrzna nadziemne piwnic	0,31	0,31
12.	Ściana zewnętrzna - hala	0,31	0,17
13.	Ściana zewnętrzna - szkoła	0,31	0,17
14.	Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,22	0,22
15.	Podłoga na gruncie hala	0,26	0,26
16.	Podłoga na gruncie	0,33	0,33
17.	Stropodach wentylowany	0,25	0,25
18.	Stropodach zaplecze hali	0,17	0,17
3. Sprawności składowe systemu grzewczego			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,72	0,85
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,92	0,94
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,86	0,93
4.	Sprawność akumulacji [-]	0,95	0,95
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia [-]	0,95	0,88
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]	0,95	0,91
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,85	0,91
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,70	0,70
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji [-]	0,86	0,86
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	went. Grawitacyjna	went. Grawitacyjna
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h]	9 890	9 890
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	0,90	0,90

Budynek w całości

6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	250,0	206,1
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	26,2	26,2
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1 676,5	1 230,0
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	2 795,7	1 395,3
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	160,1	149,6
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie, przeliczone na warunki sezonu standardowego i na przygotowanie c.w.u. (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m2rok)]	172,1	126,3
9.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m2rok)]	287,0	143,2
10. ²⁾	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,0	0,0
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1a.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku ³⁾ [zł/GJ]	47,31	47,31
1b.	Koszt za 1 GJ na produkcję c.w.u. ³⁾ [zł/GJ]	47,31	47,31
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewania na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	0,00	0,00
3.	Koszt przygotowania 1m ³ ciepłej wody użytkowej [zł/m3]	9,59	8,96
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc [zł/(MW m-c)]	0,00	0,00
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1m ² powierzchni użytkowej [zł/m-c]	4,07	2,03
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m2 m-c]	-	-
7.	Inne [zł]	99800,00	94800,00
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu [zł]:		nie dotyczy	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%] 47,74%
Planowane koszty całkowite [zł]		2 668 835,13	Premia termomodernizacyjna [zł] nie dotyczy
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]		71 752,85	Koszt całego przedsięwzięcia w załączniku nr 4.
Wraz z realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w budynku-ZOSTANIE /-NIE-ZOSTANIE ⁵⁾ zainstalowana mikroinstalacja odnawialnego źródła energii o mocy maksymalnej 31,95 kW.			
Z audytu energetycznego WYNIKA /-NIE-WYNIKA ⁵⁾ , że po zrealizowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego elementy budynku poddane temu przedsięwzięciu termomodernizacyjnemu 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) UOZE [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku 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.			

Zestawienie aktów prawnych, norm oraz innych materiałów wykorzystanych do sporządzenia audytu

1. Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 17 marca 2009 r. z w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz. U. z 2009 r. poz. 346 ze zm.).
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2019 r. poz. 1065 ze zm.).
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 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. 2015 poz. 376 ze zm.).
4. Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (Dz.U. z 2021r., poz 554 ze zm.).
5. ustawa z dnia 29 sierpnia 2014r. o charakterystyce energetycznej budynków (Dz. U. 2021 r. poz. 497).
6. Ustawa z dnia 15 kwietnia 2011r. o efektywności energetycznej (Dz. U. nr 94 poz. 551 z późn. zm.).
7. PN-EN ISO 12831:2006. Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego.
8. PN-EN ISO 13790:2009. Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia.
9. PN-EN ISO 13370:2008. Właściwości cieplne budynków. Wymiana ciepła przez grunt. Metody obliczania.
10. Typowe lata meteorologiczne i statystyczne dane klimatyczne dla obszaru Polski do obliczeń energetycznych budynków. Baza danych opublikowana na stronie internetowej Ministerstwa Infrastruktury.
11. Dokumentacja techniczna przekazana przez Inwestora oraz faktury za zakupioną energię.
12. Wizja lokalna.

Podstawowe wytyczne inwestora, ustalenia

Zmiana źródła ciepła na bezobsługowe.

Zastosowanie rozwiązań zmniejszających zapotrzebowanie na energię cieplną i elektryczną.

Poprawa komfortu cieplnego budynku.

Z uwagi na wytyczne programu: oszczędność energii pierwotnej, zmiana źródła ciepła na zasilane paliwem o gorszym współczynniku nakładu energii pierwotnej spowoduje niedotrzymanie warunków konkursu.

Część pierwsza

Dane inwentaryzacyjne, wyznaczenie
niezbędnych usprawnień
termomodernizacyjnych

Inwentaryzacja - dane techniczne budynku

Powierzchnia przegród zewnętrznych według rodzaju		
Stropodach płaski	[m ²]	18,82
Stropodach hali	[m ²]	555,14
Luksfery	[m ²]	7,50
Drzwi zewnętrzne kotłownia	[m ²]	3,28
Drzwi zewnętrzne 2,2	[m ²]	46,10
Okna PCV	[m ²]	350,63
Okna poliwęglanowe	[m ²]	73,31
Aluminiowa elewacja	[m ²]	182,37
Okna poliwęglanowe do likwidacji	[m ²]	73,31
Podłoga w piwnicy	[m ²]	414,21
Ściana zewnętrzna nadziemne piwnic	[m ²]	123,76
Ściana zewnętrzna - hala	[m ²]	765,38
Ściana zewnętrzna - szkoła	[m ²]	888,97
Ściana zewnętrzna przy gruncie	[m ²]	206,03
Podłoga na gruncie hala	[m ²]	549,64
Podłoga na gruncie	[m ²]	420,7
Stropodach wentylowany	[m ²]	611,1
Stropodach zaplecze hali	[m ²]	350,8
Wysokości		
Zagłębienie w gruncie	[m]	2,50
Najczęstsza wysokość w świetle	[m]	3,00
Wysokość piwnicy w świetle	[m]	2,70
Najczęstsza wysokość brutto	[m]	3,30
Inne dane techniczne		
liczba mieszkań	[szt.]	0
Liczba użytkowników		304
Liczba kondygnacji	[szt.]	2
Dane powierzchniowe budynku		
Powierzchnia użytkowa pomieszczeń mieszkalnych	[m ²]	0,00
Powierzchnia użytkowa pomieszczeń niemieszkalnych	[m ²]	2 705,80
Powierzchnia użytkowa	[m ²]	2 705,80
Dane kubaturowe budynku		
Kubatura netto ogrzewana	[m ³]	10 966
Całkowita kubatura brutto	[m ³]	13 599
Współczynnik kształtu A/V [1/m]		0,48

Inwentaryzacja - charakterystyka energetyczna budynku		
Koszty jednostkowe energii cieplnej (zrębki)		
Koszt paliwa	[PLN/Mg]	738,00 zł
Średnia wartość opałowa	[GJ/Mg]	15,60
Opłata zmienna za przesłane paliwo w przeliczeniu na jednostki energii cieplnej	[PLN/GJ]	47,31 zł
Koszty jednostkowe energii (energia elektryczna)		
Opłata zmienna za energię elektryczną	[PLN/kWh]	0,97 zł
Opłata zmienna za energię elektryczną	[PLN/GJ]	268,20 zł
Procentowy udział poszczególnych źródeł energii cieplnej w bilansie c.o. budynku		
Rodzaj źródła	Powierzchnia użytkowa	Udział procentowy
zrębki	2705,80	100,00%
SUMA	2705,80	100%
Procentowy udział poszczególnych źródeł energii cieplnej w bilansie c.w.u. budynku		
Rodzaj źródła	Liczba użytkowników	Udział procentowy
zrębki	304	100%
SUMA	304	100%
Dodatkowe koszty związane z obsługą kotłowni*		
Przed modernizacją	[PLN/rok]	99 800,00 zł
Po modernizacji	[PLN/rok]	94 800,00 zł

* Koszty pracowników obsługi, serwisu, napraw i czynności związanych z eksploatacją źródła ciepła.

Inwentaryzacja - charakterystyka systemu grzewczego oraz instalacji

System grzewczy		
Rodzaj zasilania budynku, opis urządzeń	Budynek zasilany w ciepło z kotłów na paliwo stałe - (zrębki)	
Sposób użytkowania	Sterowanie parametrami na kotłach.	
Modernizacje systemu po roku 1984	Wymiana kotłów	
Instalacja centralnego ogrzewania budynku		
Zasilanie instalacji	pompowe	
Parametry wody instalacyjnej	[st. C]	70/50
Rodzaj grzejników / usytuowanie	Stalowe usytuowane pod oknami	
Rodzaj przewodów instalacyjnych	polietylen	
Zawory z głowicami termostatycznymi	zamontowane - częściowo niesprawne	
Sprawności składowe systemu grzewczego przed modernizacją		
Sprawność wytwarzania	-	0,72
Sprawność przesyłania	-	0,92
Sprawność regulacji i wykorzystania	-	0,86
Sprawność akumulacji	-	0,95
Współczynnik przerw tygodniowych	-	0,95
Współczynnik przerw dobowych	-	0,95
Instalacja ciepłej wody użytkowej		
Sposób przygotowania c.w.u., opis urządzeń	Przygotowanie c.w.u. za pomocą kotłów na paliwo stałe - zrębki.	
Rodzaj przewodów c.w.u.	polietylen, stalowe	
Perlatory na wylewkach	-	
Instalacja wentylacyjna i spalinowa		
Rodzaj instalacji wentylacyjnej	Wentylacja grawitacyjna - wyciąg powietrza za pomocą przewodów grawitacyjnych. Nawiew powietrza poprzez nawiewniki okienne. Dodatkowo na hali wspomagana mechanicznie wywiewna.	
Obliczeniowa ilość powietrza wentylacyjnego	-	9 890
Średni współczynnik c _r dla budynku	-	1,00
Strumień powietrza wentylacyjnego	-	9 890

Inwentaryzacja - obliczeniowa ilość powietrza wentylacyjnego

Pomieszczenia				
Kondygnacja	Rodzaj pomieszczenia	Kubatura [m ³]	Krotność wymiany powietrza [1/h]	Sumaryczna ilość powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]
	Cały budynek	10965,5	0,90	9890
SUMA				9890
Wielkości sumarycznie				
Obliczeniowa ilość powietrza wentylacyjnego			[m ³ /h]	9890
Średni współczynnik korekcyjny (c_r , c_w)			-	1,00
Strumień powietrza wentylacyjnego przed modernizacją			[m ³ /h]	9890

Stan techniczny budynku, wskazanie przedsięwzięć termomodernizacyjnych

System grzewczy		
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
Zasilanie budynku	Budynek zasilany w ciepło z kotłów na paliwo stałe - (zrębki)	Wymiana źródła ciepła na kocioł biomasowy spełniający wytyczne programu. Częściowa modernizacja instalacji centralnego ogrzewania uzupełnienie izolacji instalacji. Montaż urządzeń do miejscowej regulacji temperatury np. regulatorów strefowych współpracujących z systemem zarządzania budynkiem. Montaż automatyki sterującej pracą instalacji.
Poziomy c.o.	Dobry stan techniczny	
Urządzenia wykonawcze grzejniki c.o.	Grzejniki stalowe płytowe.	
Przegrody		
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
Ściany zewnętrzne	Ściany zewnętrzne docieplone - izolacja nie spełnia aktualnych warunków technicznych.	Przewiduje się docieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych styropianem specjalnym o współczynniku przewodzenia ciepła maksymalnie 0,036 W/mK.
Stolarka okienna	Stolarka okienna PCV w stanie dostatecznym miejscami złym.	Wymiana wszystkich okien na stolarkę energooszczędną.
Stolarka drzwiowa	Drzwi zewnętrzne z PCV i aluminium w stanie dostatecznym.	Wymiana wszystkich drzwi zewnętrznych na stolarkę energooszczędną.
Dach / stropodach	Stropodach nad częścią szkolną docieplony wełną mineralną. Dach nad halą sportową docieplony.	Nie przewiduje się modernizacji.
Instalacja c.w.u.		
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
c.w.u.	Ciepła woda wytwarzana w kotłowni na paliwo stałe - zrębki.	Częściowa modernizacja instalacji C.W.U. Automatyzacja pracy instalacji i podłączenie do systemu zarządzania energią w budynku.
Wentylacja		
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
Wentylacja	wentylacja grawitacyjna	Nie przewiduje się modernizacji.
Roboty dodatkowe		
Zakłada się konieczność wykonania robót dodatkowych mających na celu ochronę wyremontowanych przegród przed działaniem szkodliwych czynników atmosferycznych (np. wymiana lub remont obróbek blacharskich i rur spustowych, osuszenie oraz wykonanie izolacji poziomej ścian). Ponadto zakłada się konieczność wymiany innych elementów budynku, które mogą zostać naruszone podczas wykonywania prac modernizacyjnych lub nie spełniać prawidłowo swojej funkcji po wykonaniu usprawnień np. odtworzenie opaski wokół budynku, odtworzenie instalacji odgromowej.		

Dane klimatyczne, stopniodni

Normowa temp. w pomieszczeniach użytkowych =												20,0 [°C]
Stacja meteorologiczna: Lębork												
Miesiąc:	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
T _e (m) - Średnia wieloletnie temp. miesiąca [°C]	1,1	-0,3	0,5	6,3	11,9	15,6	17,1	15,4	13,0	8,8	3,5	1,8
Ld(m) - liczba dni ogrzewanych	31	28	31	30	20	0	0	0	10	31	30	31
Oblicz. temperatura zew., T _{emin} [°C]	-16											

Temp. wew.	Liczba stopniodni w roku	Liczba stopniodni w danym miesiącu											
Sd_10°C	1 456	275,9	288,4	294,5	111,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	37,2	195,0	254,2
Sd_25°C	5 018	740,9	708,4	759,5	561,0	262,0	0,0	0,0	0,0	120,0	502,2	645,0	719,2
Sd_22°C	4 292	647,9	624,4	666,5	471,0	202,0	0,0	0,0	0,0	90,0	409,2	555,0	626,2
Sd_20°C	3 808	585,9	568,4	604,5	411,0	162,0	0,0	0,0	0,0	70,0	347,2	495,0	564,2
Sd_18°C	3 324	523,9	512,4	542,5	351,0	122,0	0,0	0,0	0,0	50,0	285,2	435,0	502,2
Sd_16°C	2 840	461,9	456,4	480,5	291,0	82,0	0,0	0,0	0,0	30,0	223,2	375,0	440,2
Sd_12°C	1 882	337,9	344,4	356,5	171,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	99,2	255,0	316,2
Sd_8°C	1 057	213,9	232,4	232,5	51,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	135,0	192,2
Sd_4°C	402	89,9	120,4	108,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,0	68,2

Część druga

Analiza ekonomiczna poszczególnych
usprawnień termomodernizacyjnych,
optymalizacja usprawnień

Wybór optymalnego wariantu docieplenia ścian zewnętrznych nadziemnych

Dane ogólne do obliczeń

Oплата za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	0,00	zł/(MW) ×miesiąc
Oплата za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	47,31	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} =$	-16,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 808	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	0,31	W/(m ² ×K)
Powierzchnia ścian - powierzchnia zewnętrzna netto po odjęciu otworów okiennych i drzwiowych	$A_{\text{śc}} =$	1 654,35	m ²
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	15,57	(zł×K)/W×a

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych za pomocą styropianu lub innego materiału izolacyjnego o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036$ W/mK. Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość izolacji równą 10 cm. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszystkie ceny zawierają podatek VAT 23 %.

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	ΔR	U_m	ΔO_{rU}	SPBT	Nu
Docieplenie ścian styropian o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036W/mK - 10 cm	505,53 zł/m ²	2,78	0,167	3 748,58 zł	223,104	836 323,56 zł
Docieplenie ścian styropian o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036W/mK - 9 cm	490,77 zł/m ²	2,50	0,176	3 538,28 zł	229,463	811 905,35 zł
Docieplenie ścian styropian o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036W/mK - 8 cm	476,01 zł/m ²	2,22	0,185	3 306,41 zł	238,170	787 487,14 zł
Docieplenie ścian styropian o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036W/mK - 5 cm	431,73 zł/m ²	1,39	0,218	2 442,20 zł	-	714 232,53 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 5,973$ m²K/W jest większy od wymaganego wynoszącego $R_{min} = 5,0$ m²K/W.						

Uwaga : Z przyczyn technicznych nie rozpatrywana jest większa grubość izolacji niż 10cm.

Legenda:

SPBT [lata] - Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych (Nu/DO_{rU})

ΔO_{rU} [zł/rok]- Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku uprawnienia termomodernizacyjnego

Nu [zł]- Planowane koszty robót

ΔR m²K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

U_m W/m²K- Współczynnik przenikania ciepła przegród zewnętrznych, określony zgodnie z Polską Normą po dociepleniu

**Wybór optymalnego wariantu wymiany stolarki okiennej
oraz zmiany części paneli poliwęglanowych na okna**

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	O_m =	0,00	zł/(MW)×miesiąc]
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	O_z =	47,31	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	t_{wo} =	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	t_{zo} =	-16,0	°C
Liczba stopniodni,	Sd =	3 808	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	U=	1,80	W/(m ² ×K)
Powierzchnia okien do wymiany	A =	423,94	m ²
Współczynniki przepływu powietrza przez szczeliny okien lub drzwi przed i po termomodernizacji, określane w oparciu o Tabelę 1 z rozporządzenia MI	a₀ =	4,00	[m ³ /[(m·h·daPa ^{2/3})]
	a₁ =	0,30	
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	cr₀=	0,85	-
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	cm₀=	1,00	-
	cm₁=	0,80	-
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	cw=	1,00	-

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	CR	U _m	ΔO _{ru}	SPBT	Nu
Wymiana okien na stolarkę energooszczędną, U = 0,9 W/m ² K	1 537,50 zł/m ²	0,00	0,90	15 482,14 zł	42,101	651 807,75 zł
Wymiana okien na stolarkę energooszczędną, U = 0,8 W/m ² K	1 722,00 zł/m ²	0,00	0,80	16 142,03 zł	45,225	730 024,68 zł
Wymiana okien na stolarkę energooszczędną, U = 1 W/m ² K	1 414,50 zł/m ²	0,00	1,00	14 822,26 zł	-	599 663,13 zł
Wymiana okien na stolarkę energooszczędną, U = 1,1 W/m ² K	1 291,50 zł/m ²	0,00	1,10	14 162,37 zł	-	547 518,51 zł

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się wymianę wszystkich okien PCV na energooszczędne. Na podstawie analizy ekonomicznej przyjmuje się optymalny współczynnik przenikania ciepła okna na poziomie 0,9 W/m²K. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych.

Legenda:

SPBT [lata] - Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych (Nu/DO_{ru})

ΔO_{ru} [zł/rok]- Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku uprawnienia termomodernizacyjnego

Nu [zł]- Planowane koszty robót

ΔR m²K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

U_m W/m²K- Współczynnik przenikania ciepła przegród zewnętrznych, określony zgodnie z Polską Normą po dociepleniu

Wybór optymalnego wariantu wymiany szklanej elewacji Aluminiowej

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	0,00	zł/(MW)×miesiąc]
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	47,31	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} =$	-16,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 808	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	2,00	W/(m ² ×K)
Powierzchnia okien do wymiany	$A =$	182,37	m ²
Współczynniki przepływu powietrza przez szczeliny okien lub drzwi przed i po termomodernizacji, określane w oparciu o Tabelę 1 z rozporządzenia MI	$a_0 =$	4,00	[m ³ /[(m·h·daPa ^{2/3})]
	$a_1 =$	0,30	
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cr_0 =$	0,85	-
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cm_0 =$	1,00	-
	$cm_1 =$	0,80	-
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cw =$	1,00	-

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	CR	U_m	ΔO_{ru}	SPBT	Nu
Wymiana okien na stolarkę energooszczędną, $U = 0,9$ W/m ² K	2 226,30 zł/m ²	1,00	0,90	4 088,51 zł	99,305	406 010,33 zł
Wymiana okien na stolarkę energooszczędną, $U = 0,8$ W/m ² K	2 410,80 zł/m ²	1,00	0,80	4 372,38 zł	100,553	439 657,60 zł
Wymiana okien na stolarkę energooszczędną, $U = 1$ W/m ² K	2 103,30 zł/m ²	1,00	1,00	3 804,64 zł	-	383 578,82 zł
Wymiana okien na stolarkę energooszczędną, $U = 1,1$ W/m ² K	1 980,30 zł/m ²	1,00	1,10	3 520,77 zł	-	361 147,31 zł

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się wymianę szklanej elewacji aluminiowej na stolarkę energooszczędną. Na podstawie analizy ekonomicznej przyjmuje się optymalny współczynnik przenikania ciepła okna na poziomie 0,9 W/m²K. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych.

Legenda:

SPBT [lata] - Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych (Nu/DO_{ru})

ΔO_{ru} [zł/rok]- Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku uprawnienia termomodernizacyjnego

Nu [zł]- Planowane koszty robót

ΔR m²K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

U_m W/m²K- Współczynnik przenikania ciepła przegród zewnętrznych, określony zgodnie z Polską Normą po dociepleniu

Wybór optymalnego wariantu wymiany stolarki okiennej likwidacja przeszkleń z poliwęglanu

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	O_m =	0,00	zł/(MW)×miesiąc]
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	O_z =	47,31	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	t_{wo} =	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	t_{zo} =	-16,0	°C
Liczba stopniodni,	Sd =	3 808	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	U=	2,60	W/(m ² ×K)
Powierzchnia okien do wymiany	A =	73,31	m ²
Współczynniki przepływu powietrza przez szczeliny okien lub drzwi przed i po termomodernizacji, określone w oparciu o Tabelę 1 z rozporządzenia MI	a₀ =	4,00	[m ³ /((m·h·daPa ^{2/3}))]
	a₁ =	0,30	
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	cr₀=	0,85	-
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	cm₀=	1,00	-
	cm₁=	0,80	-
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	cw=	1,00	-

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	CR	U _m	ΔO _{rU}	SPBT	Nu
Likwidacja przeszkleń poliwęglanowych, U = 0,2W/m ² K	615,00 zł/m ²	1,00	0,20	2 835,74 zł	15,899	45 085,65 zł

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się likwidację części przeszkleń z poliwęglanu hali sportowej i zastąpienie ich np. płytą warstwową. Współczynnik przenikania ciepła U= 0,2 W/m²K. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych.

Legenda:

SPBT [lata] - Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych (Nu/DO_{rU})

ΔO_{rU} [zł/rok]- Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku uprawnienia termomodernizacyjnego

Nu [zł]- Planowane koszty robót

ΔR m²K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

U_m W/m²K- Współczynnik przenikania ciepła przegród zewnętrznych, określony zgodnie z Polską Normą po dociepleniu

Wybór optymalnego wariantu wymiany stolarki okiennej Luksferów

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	0,00	zł/(MW)×miesiąc]
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	47,31	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} =$	-16,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 808	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	4,50	W/(m ² ×K)
Powierzchnia okien do wymiany	$A =$	7,50	m ²
Współczynniki przepływu powietrza przez szczeliny okien lub drzwi przed i po termomodernizacji, określone w oparciu o Tabelę 1 z rozporządzenia MI	$a_0 =$	1,00	[m ³ /[m·h·daPa ^{2/3}]]
	$a_1 =$	1,00	
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cr_0 =$	1,00	-
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cm_0 =$	1,00	-
	$cm_1 =$	1,00	-
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cw =$	1,00	-

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	CR	U_m	ΔO_{rU}	SPBT	Nu
Wymiana luksferów na stolarkę energooszczędną, $U = 0,9$ W/m ² K	1 537,50 zł/m ²	1,00	0,90	420,27 zł	27,438	11 531,25 zł
Wymiana luksferów na stolarkę energooszczędną, $U = 0,8$ W/m ² K	1 722,00 zł/m ²	1,00	0,80	431,94 zł	29,900	12 915,00 zł
Wymiana luksferów na stolarkę energooszczędną, $U = 1$ W/m ² K	1 414,50 zł/m ²	1,00	1,00	408,60 zł	-	10 608,75 zł
Wymiana luksferów na stolarkę energooszczędną, $U = 1,1$ W/m ² K	1 291,50 zł/m ²	1,00	1,10	396,92 zł	-	9 686,25 zł

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się wymianę wszystkich pustaków szklanych - luksferów na stolarkę energooszczędną. Na podstawie analizy ekonomicznej przyjmuje się optymalny współczynnik przenikania ciepła okna na poziomie 0,9 W/m²K. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych.

Legenda:

SPBT [lata] - Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych (Nu/DO_{rU})

ΔO_{rU} [zł/rok]- Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku uprawnienia termomodernizacyjnego

Nu [zł]- Planowane koszty robót

ΔR m²K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

U_m W/m²K- Współczynnik przenikania ciepła przegród zewnętrznych, określony zgodnie z Polską Normą po dociepleniu

Wybór optymalnego wariantu wymiany stolarki drzwiowej zewnątrznej w całym budynku

Dane ogólne do obliczeń

Oplata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	0,00	zł/(MW) ×miesiąc]
Oplata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	47,31	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} =$	20,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} =$	-16,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 808	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	2,20	W/(m ² ×K)
Powierzchnia drzwi do wymiany	$A =$	49,38	m ²
Współczynniki przepływu powietrza przez szczeliny okien lub drzwi przed i po termomodernizacji, określane w oparciu o Tabelę 1 z rozporządzenia MI	$a_0 =$	1,00	[m ³ /((m·h·daPa ^{2/3}))]
	$a_1 =$	1,00	
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cr_0 =$	1,10	-
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cm_0 =$	1,20	-
	$cm_1 =$	1,00	-
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cw =$	1,00	-

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	Cr	U _m	ΔO _{r,u}	SPBT	Nu
Wymiana drzwi na stolarkę energooszczędną specjalną, U = 1,3 W/m ² K	3 505,50 zł/m ²	1,00	1,30	1 999,50 zł	86,572	173 101,59 zł
Wymiana drzwi na stolarkę energooszczędną, U = 1,2 W/m ² K	3 813,00 zł/m ²	1,00	1,20	2 076,36 zł	90,681	188 285,94 zł

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się wymianę wszystkich drzwi zewnętrznych na stolarkę energooszczędną. Na podstawie analizy ekonomicznej przyjmuje się optymalny współczynnik przenikania ciepła drzwi na poziomie 1,3 W/m²K. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszystkie ceny zawierają podatek VAT 23 %.

Legenda:

SPBT [lata] - Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych (Nu/DO_{r,u})

ΔO_{r,u} [zł/rok]- Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku uprawnienia termomodernizacyjnego

Nu [zł]- Planowane koszty robót

DR m²K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

U_m W/m²K- Współczynnik przenikania ciepła przegród

Wybór optymalnego wariantu zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło do przygotowania c.w.u.

Dane ogólne do obliczeń:

$O_{m0} =$	0,00	[zł/(MW × miesiąc)]	Opłata za 1MW mocy zamówionej przed modernizacją
$O_{z0} =$	47,31	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej przed modernizacją
$O_{m1} =$	0,00	[zł/GJ]	Opłata za 1MW mocy zamówionej po modernizacji
$O_{z1} =$	47,31	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej po modernizacji
$Q_{ocw} =$	160,1	[GJ/rok]	Zapotrzebowanie na ciepło przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, określone zgodnie z Polską Normą dotyczącą instalacji wodociągowych, wymagania w projektowaniu
Q_{1cw}		[GJ/rok]	
$q_{ocw} =$	26,2	[kW]	Zapotrzebowanie na moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, określone zgodnie z Polską Normą dotyczącą instalacji wodociągowych, wymagania w projektowaniu
q_{1cw}		[kW]	
SPBT		[lata]	Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych
ΔOr_{cw}		[zł/a]	Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego
Ncw		[zł]	Planowane koszty robót

Q_1	q_1	ΔOr_{cw}	SPBT	Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	Ncw
149,6	26,2	1 749,45	16,962	Częściowa modernizacja instalacji C.W.U. Automatyzacja pracy instalacji i podłączenie do systemu zarządzania energią w budynku.	-	29 675,00 zł
160,1	26,2	0,00	-	Brak modernizacji systemu c.w.u.	-	0,00 zł

- optymalne usprawnienie systemu c.w.u.

Obliczenia zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną dla potrzeb c.w.u.

0,80 dm ³ /m ² *d	Wartość jednostkowego dobowego zapotrzebowania na ciepłą wodę użytkową
10 st.C	Przyjęta temperatura wody zimnej
55 st.C	Przyjęta temperatura wody podgrzanej
2,16464 m ³ /dobę	Średnie dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. dla budynku ($Q_{\text{śrd}}$)
10 h/dobę	Liczba godzin T rozbioru c.w.u.
51,17 %	Średnia sprawność wytwarzania c.w.u.
160,1 GJ/a	Średnie roczne zapotrzebowanie na ciepło c.w.u. dla budynku
0,216 m ³ /h	Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. dla budynku ($Q_{\text{śrh}}$)
2,310 -	Współczynnik nierównomierności rozbioru wody
0,500 m ³ /h	Maksymalne godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. dla budynku (Q_{maxh})
300 dm ³	Rzeczywista pojemność zasobników c.w.u.
26,2 kW	Moc cieplna dla potrzeb c.w.u. bez uwzględnienia akumulacji (q_{maxh})
26,2 kW	Moc cieplna dla potrzeb c.w.u. z uwzględnieniem akumulacji zasobników

Sprawności składowe systemu c.w.u.		
Sprawność	Przed modernizacją	Po modernizacji
Sprawność wytwarzania c.w.u.	0,85	0,91
Sprawność przesyłu c.w.u.	0,70	0,70
Sprawność akumulacji c.w.u.	0,86	0,86

Wybór optymalnego wariantu modernizacji systemu grzewczego

Dane ogólne do obliczeń:

$O_m =$	0,00	[zł/(MW × miesiąc)]	Opłata za 1MW mocy zamówionej przed modernizacją
$O_{m1} =$	0,00	[zł/(MW × miesiąc)]	Opłata za 1MW mocy zamówionej po modernizacji systemu grzewczego
$O_z =$	47,31	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej przed modernizacją
$O_{z1} =$	47,31	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej po modernizacji systemu grzewczego
$Q_{oco} =$	1 676,5	[GJ]	Sezonowe zapotrzebowanie budynku na ciepło przed termomodernizacją, określone zgodnie z Polską Normą
$q_0 =$	250,0	[kW]	Zapotrzebowanie na moc ciepłą budynku
$h_0 =$	0,54	-	Sprawność ogólna systemu przed modernizacją
$w_{t0} =$	0,95	-	Współczynnik określający przerwyw ogrzewaniu w okresie tygodnia
$w_{d0} =$	0,95	-	Współczynnik określający przerwyw ogrzewaniu w okresie doby
SPBT		[lata]	Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych
ΔO_{ru}		[zł/a]	Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego
Nu		[zł]	Planowane koszty robót

ΔO_{ru}	h_1	q_1	h_g	h_d	h_e	h_s	w_{t1}	w_{d1}	Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	SPBT	N_{co}
46 040,81	0,71	250,0	0,85	0,94	0,93	0,95	0,88	0,91	Wymiana źródła ciepła na kocioł biomasowy spełniający wytyczne programu. Częściowa modernizacja instalacji centralnego ogrzewania uzupełnienie izolacji instalacji. Montaż urządzeń do miejscowej regulacji temperatury np. regulatorów strefowych współpracujących z systemem zarządzania budynkiem. Montaż automatyki sterującej pracą instalacji.	-	8,25	380 000,00 zł
8 387,88	2,91	250,0	3,50	0,94	0,93	0,95	0,88	0,91	Montaż pompy ciepła glikol/woda z gruntowym pionowym odwiertami jako źródłem dolnym. Prace hydrauliczne na potrzeby instalacji nowego źródła ciepła. Częściowa modernizacja instalacji centralnego ogrzewania uzupełnienie izolacji instalacji. Montaż urządzeń do miejscowej regulacji temperatury np. regulatorów strefowych współpracujących z systemem zarządzania budynkiem. Montaż automatyki sterującej pracą instalacji.	-	408,59	3 427 200,00 zł
0,00	0,54	250,0	0,72	0,92	0,86	0,95	0,95	0,95	Brak modernizacji systemu grzewczego.	0,00	-	0,00

- optymalne usprawnienie systemu grzewczego

Część trzecia

Wybór optymalnego przedsięwzięcia
termomodernizacyjnego, analiza
ekonomiczna i energetyczna, wnioski

**WYBRANE I ZOPTYMALIZOWANE USPRAWNIENIA TERMOMODERNIZACYJNE ZMIERZAJĄCE DO
ZMNIEJSZENIA ZAPOTRZEBOWANIA NA CIEPŁO W WYNIKU ZMNIEJSZENIA STRAT CIEPŁA PRZEZ
PRZENIKANIE PRZEZ PRZEGRODY BUDOWLANE ORAZ WARIANTY PRZEDSIĘWZIĘĆ
TERMOMODERNIZACYJNYCH DOTYCZĄCYCH MODERNIZACJI SYSTEMU WENTYLACJI I SYSTEMU
PRZYGOTOWANIA CIEPŁEJ WODY UŻYTKOWEJ, USZEREGOWANE WEDŁUG ROSNĄCEJ WARTOŚCI
SPBT**

L.p.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lata]
1	Częściowa modernizacja instalacji C.W.U. Automatyzacja pracy instalacji i podłączenie do systemu zarządzania energią w budynku.	29 675,00	16,96
2	Likwidacja części przeszkleń z poliwęglanu na hali sportowej za pomocą np. płyt warstwowych PIR współczynnik przenikania ciepła przegrody $U_{max}=0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$.	45 085,65	15,90
3	Wymiana wszystkich okien i luksferów na stolarkę energooszczędną o współczynniku przenikania ciepła $0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$. Wymiana wszystkich drzwi zewnętrznych na stolarkę energooszczędną o współczynniku przenikania ciepła $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$.	1 242 450,92	56,50
4	Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych styropianem o współczynniku przewodzenia ciepła $0,036 \text{ W/mK}$ - 10cm. Dołożenie izolacji do istniejącej.	836 323,56	223,10

**RODZAJE USPRAWNIENÍ TERMOMODERNIZACYJNYCH SKŁADAJĄCE SIĘ NA OPTYMALNY
WARIANT PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO POPRAWIAJĄCY SPRAWNOŚĆ
SYSTEMU GRZEWczego**

L.p.	Zakres usprawnienia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Rodzaj usprawnienia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Wartości sprawności składowych h oraz współczynników w	
1	Wytwarzania ciepła, np. wymiana lokalnego wbudowanego źródła ciepła	Montaż kotłowni o wyższej sprawności.	$h_g =$	0,85
2	Przesyłania ciepła, np. izolacja pionów zasilających	Częściowa modernizacja, uzupełnienie izolacji.	$h_d =$	0,94
3	Regulacji systemu grzewczego, np. wprowadzenie automatyki pogodowej	Montaż regulatorów sterujących.	$h_e =$	0,93
4	Akumulacji ciepła, np. wprowadzenie zasobnika buforowego	-	$h_s =$	0,95
5	Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	Montaż systemu zarządzania energią.	$w_t =$	0,88
6	Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu doby	Montaż systemu zarządzania energią.	$w_d =$	0,91
	Sprawność całkowita systemu grzewczego	-	$h_{whphrhe} =$	0,71

Prezentacja wybranych do analizy wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

L.p.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Zapotrzebowanie na moc szczytową c.o. dla wariantu (na podstawie obliczeń zgodnych z PN [kW])	Zapotrzebowanie na moc szczytową c.w.u. dla wariantu (na podstawie obliczeń zgodnych z PN [kW])	Zapotrzebowanie na energię c.o. dla wariantu (na podstawie obliczeń zgodnych z PN) [GJ/a]	Zapotrzebowanie na energię c.w.u. dla wariantu (na podstawie obliczeń zgodnych z PN) [GJ/a]	Sprawność całkowita systemu	Zużycie ciepła w sezonie grzewczym w przypadku realizacji wariantu [GJ/a]	Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię	Koszty dodatkowe dla wariantu (projekty, audyt, nadzór itp.) [zł]
1	Wymiana źródła ciepła na kocioł biomasowy spełniający wytyczne programu. Częściowa modernizacja instalacji centralnego ogrzewania uzupełnienie izolacji instalacji. Montaż urządzeń do miejscowej regulacji temperatury np. regulatorów strefowych współpracujących z systemem zarządzania budynkiem. Montaż automatyki sterującej pracą instalacji.	206,1	26,2	1230,0	149,6	0,706	1544,8	47,74%	135 300,00
	Częściowa modernizacja instalacji C.W.U. Automatykacja pracy instalacji i podłączenie do systemu zarządzania energią w budynku.								
	Likwidacja części przeszkleń z poliwęglanu na hali sportowej za pomocą np. płyt warstwowych PIR współczynnik przenikania ciepła przegrody $U_{max}=0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$.								
	Wymiana wszystkich okien i lukseferów na stolarkę energooszczędną o współczynniku przenikania ciepła $0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$. Wymiana wszystkich drzwi zewnętrznych na stolarkę energooszczędną o współczynniku przenikania ciepła $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$.								
	Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych styropianem o współczynniku przewodzenia ciepła $0,036 \text{ W/mK}$ - 10cm. Dokończenie izolacji do istniejącej.								
2	Wymiana źródła ciepła na kocioł biomasowy spełniający wytyczne programu. Częściowa modernizacja instalacji centralnego ogrzewania uzupełnienie izolacji instalacji. Montaż urządzeń do miejscowej regulacji temperatury np. regulatorów strefowych współpracujących z systemem zarządzania budynkiem. Montaż automatyki sterującej pracą instalacji.	215,5	26,2	1330,3	149,6	0,706	1658,7	43,88%	135 300,00
	Częściowa modernizacja instalacji C.W.U. Automatykacja pracy instalacji i podłączenie do systemu zarządzania energią w budynku.								
	Likwidacja części przeszkleń z poliwęglanu na hali sportowej za pomocą np. płyt warstwowych PIR współczynnik przenikania ciepła przegrody $U_{max}=0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$.								
	Wymiana wszystkich okien i lukseferów na stolarkę energooszczędną o współczynniku przenikania ciepła $0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$. Wymiana wszystkich drzwi zewnętrznych na stolarkę energooszczędną o współczynniku przenikania ciepła $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$.								
3	Wymiana źródła ciepła na kocioł biomasowy spełniający wytyczne programu. Częściowa modernizacja instalacji centralnego ogrzewania uzupełnienie izolacji instalacji. Montaż urządzeń do miejscowej regulacji temperatury np. regulatorów strefowych współpracujących z systemem zarządzania budynkiem. Montaż automatyki sterującej pracą instalacji.	242,7	26,2	1621,4	149,6	0,706	1988,9	32,71%	135 300,00
	Częściowa modernizacja instalacji C.W.U. Automatykacja pracy instalacji i podłączenie do systemu zarządzania energią w budynku.								
	Likwidacja części przeszkleń z poliwęglanu na hali sportowej za pomocą np. płyt warstwowych PIR współczynnik przenikania ciepła przegrody $U_{max}=0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$.								
4	Wymiana źródła ciepła na kocioł biomasowy spełniający wytyczne programu. Częściowa modernizacja instalacji centralnego ogrzewania uzupełnienie izolacji instalacji. Montaż urządzeń do miejscowej regulacji temperatury np. regulatorów strefowych współpracujących z systemem zarządzania budynkiem. Montaż automatyki sterującej pracą instalacji.	250,0	26,2	1676,5	149,6	0,706	2051,4	30,60%	135 300,00
	Częściowa modernizacja instalacji C.W.U. Automatykacja pracy instalacji i podłączenie do systemu zarządzania energią w budynku.								
5	Wymiana źródła ciepła na kocioł biomasowy spełniający wytyczne programu. Częściowa modernizacja instalacji centralnego ogrzewania uzupełnienie izolacji instalacji. Montaż urządzeń do miejscowej regulacji temperatury np. regulatorów strefowych współpracujących z systemem zarządzania budynkiem. Montaż automatyki sterującej pracą instalacji.	250,0	26,2	1676,5	160,1	0,706	2061,9	30,24%	135 300,00

**DOKUMENTACJA WYBORU OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA
TERMOMODERNIZACYJNEGO BUDYNKU**

L.p.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite [zł]	Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok]	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej) [%]	Minimalna kwota kredytu*) [zł]	Premia termomodernizacyjna [zł]
1	WARIANT 1	2 668 835,13	71 752,85	47,74%	1 334 417,57	346 948,57
2	WARIANT 2	1 832 511,57	66 366,35	43,88%	916 255,79	238 226,50
3	WARIANT 3	590 060,65	50 746,21	32,71%	295 030,33	76 707,88
4	WARIANT 4	544 975,00	47 790,26	30,60%	272 487,50	70 846,75
5	WARIANT 5	515 300,00	47 290,81	30,24%	257 650,00	66 989,00

Wnioski

1. Budynek charakteryzuje się wysokim zapotrzebowaniem na energię cieplną i moc szczytową wynikającym ze niewystarczającej termoizolacyjności przegród budowlanych.

Zalecane w wyniku przeprowadzonych analiz usprawnienia:

Wymiana źródła ciepła na kocioł biomasowy spełniający wytyczne programu. Częściowa modernizacja instalacji centralnego ogrzewania uzupełnienie izolacji instalacji. Montaż urządzeń do miejscowej regulacji temperatury np. regulatorów strefowych współpracujących z systemem zarządzania budynkiem. Montaż automatyki sterującej pracą instalacji.

Częściowa modernizacja instalacji C.W.U. Automatyzacja pracy instalacji i podłączenie do systemu zarządzania energią w budynku.

Likwidacja części przeszkleń z poliwęglanu na hali sportowej za pomocą np. płyt warstwowych PIR współczynnik przenikania ciepła przegrody $U_{max}=0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Wymiana wszystkich okien i luksferów na stolarkę energooszczędną o współczynniku przenikania ciepła $0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$. Wymiana wszystkich drzwi zewnętrznych na stolarkę energooszczędną o współczynniku przenikania ciepła $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych styropianem o współczynniku przewodzenia ciepła $0,036 \text{ W/mK}$ - 10cm. Dołożenie izolacji do istniejącej.

Wymiana oświetlenia na energooszczędne wraz z wyposażeniem w system regulacji automatycznej oraz montaż instalacji fotowoltaicznej o mocy 31,95 kWp zgodnie z załącznikiem nr 3.

Zestawienie całkowitych kosztów modernizacji w załączniku nr 4.

Biorąc pod uwagę uwarunkowania podyktowane przepisami technicznymi, które będą pojawiały się na etapie sporządzania dokumentacji projektowej, tj. terenowe, materiałowe, wynikające z przepisów ppoż. itd. dopuszcza się zmianę materiału ociepleniowego na inny niż przewidziano w audycie – np. zamiana płyt styropianowych na płyty z wełny mineralnej. Zamienny materiał musi się charakteryzować się zbliżonymi parametrami energetycznymi i musi być dobrany w ten sposób, aby cała rozpatrywana przegroda po dociepleniu, nie posiadała gorszych właściwości niż przewidziane w audycie – głównie współczynnik przenikania ciepła.

UWAGA:

Na uzyskany w wyniku modernizacji efekt energetyczny zasadniczy wpływ ma zachowanie się użytkowników budynku.

W celu zachowania urządzeń w należyтым stanie technicznym i funkcjonalnym, należy przeprowadzać okresowe kontrole i konserwacje zgodnie z zaleceniami producenta.

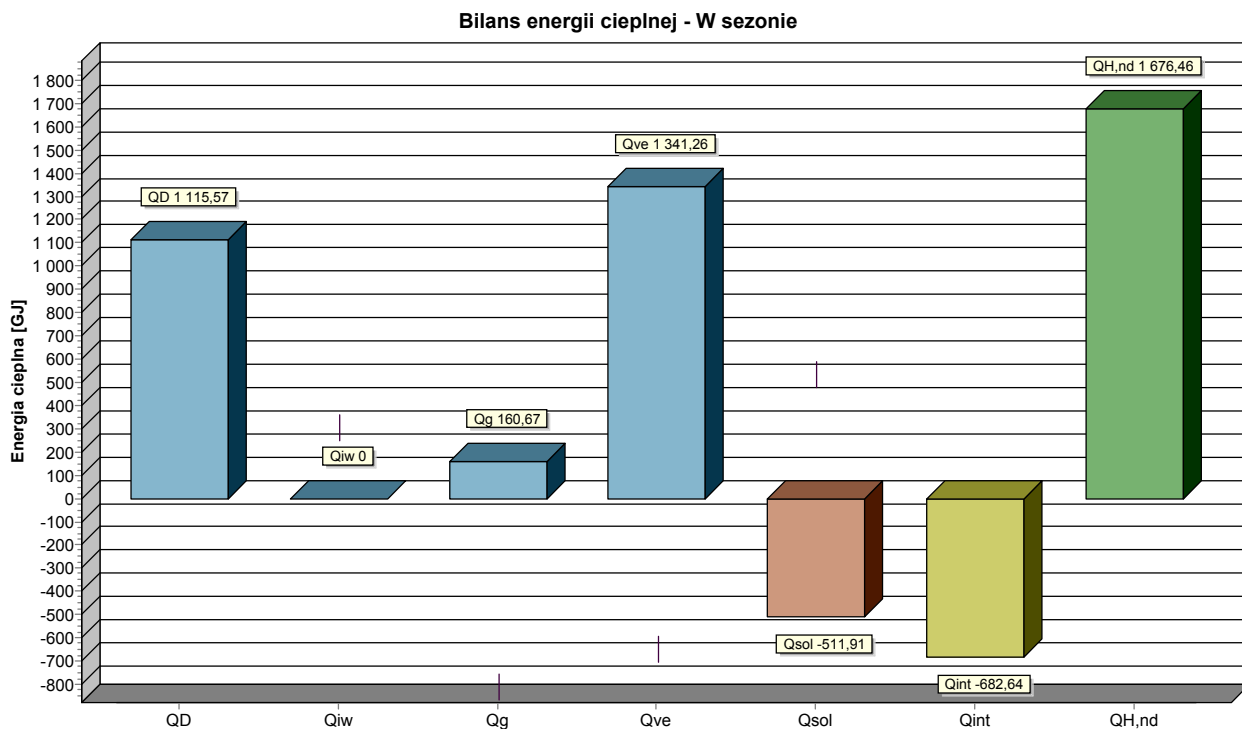
mgr inż. Piotr Moruń

Załącznik 1

Bilans energetyczny budynku przed
modernizacją

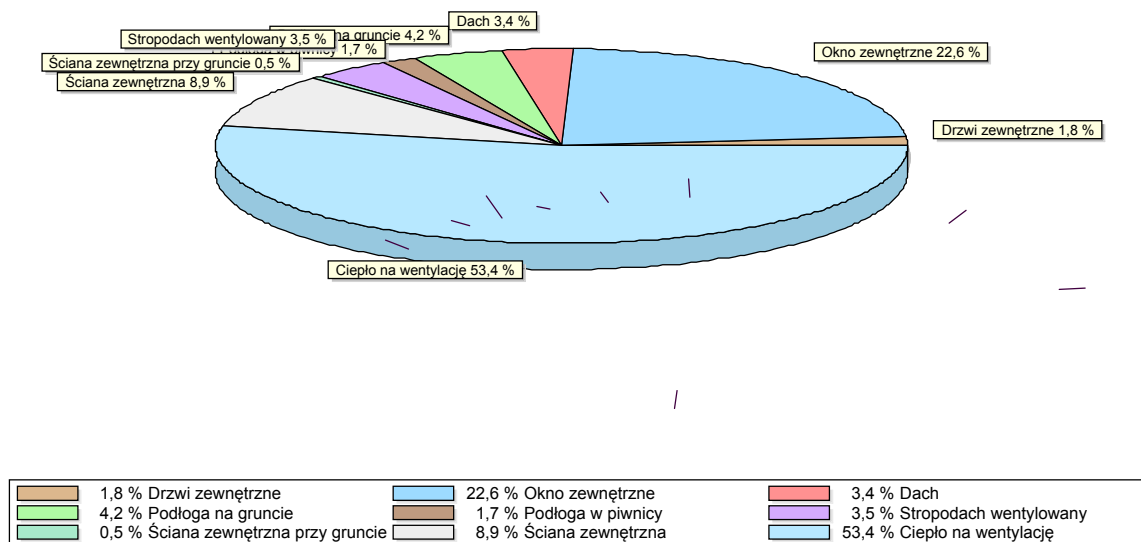
Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Budynek Szkoły Podstawowej	
	stan istniejący	
Miejscowość:	83-334 Miechucino	
Adres:	ul. Szkolna 1	
Projektant:	Piotr Moruń	
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:	STREFA I	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-16	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,7	°C
Stacja meteorologiczna:	Lębork	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	2705,8	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	10965,5	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	118649	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	131301	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	249951	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	249951	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	92,4	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	22,8	W/m ³
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Lębork	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	9889,6	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	1676,46	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	465683	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	2705,80	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	10965,5	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	619,6	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	172,1	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	152,9	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	42,5	kWh/(m ³ ·rok)



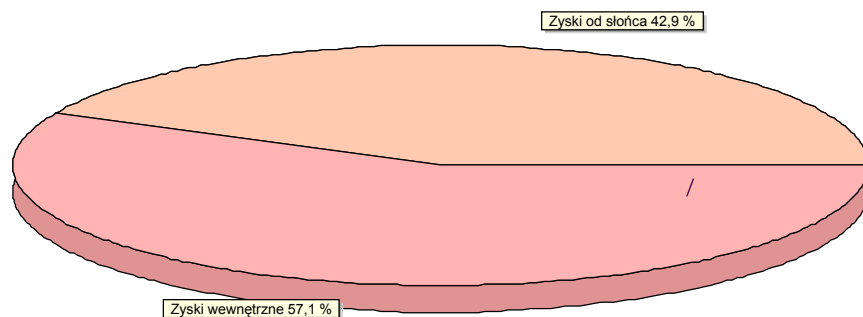
Miesiąc	$T_{em,m}$ °C	Q_g GJ/rok	Q_{ve} GJ/rok	$\eta_{H,gn}$	Q_{sol} GJ/rok	Q_{int} GJ/rok	$Q_{H,nd}$ GJ/rok	$H_{tr,adj}$ W/K	$H_{ve,adj}$ W/K
Styczeń	1,1	33,56	175,54	0,992	15,45	57,98	281,82	3410,7	3363,7
Luty	-0,3	33,08	169,95	0,992	17,72	52,37	274,34	3422,2	3363,7
Marzec	0,5	33,56	180,95	0,985	37,36	57,98	270,60	3391,8	3363,7
Kwiecień	6,3	24,39	124,54	0,951	50,38	56,11	151,10	3426,3	3363,7
Maj	11,9	13,78	78,24	0,813	71,33	57,98	52,29	3368,8	3363,7
Czerwiec	15,6	2,28	43,46	0,553	76,35	56,11	9,18	3013,7	3363,7
Lipiec	17,1	-6,01	31,39	0,367	76,90	57,98	2,54	2515,0	3363,7
Sierpień	15,4	-9,07	46,71	0,564	64,41	57,98	7,90	2225,7	3363,7
Wrzesień	13,0	-5,81	66,13	0,819	42,01	56,11	35,29	2521,0	3363,7
Październik	8,8	2,36	106,17	0,950	31,53	57,98	111,84	2858,9	3363,7
Listopad	3,5	13,33	148,95	0,988	16,36	56,11	214,29	3075,0	3363,7
Grudzień	1,8	25,20	169,24	0,992	12,10	57,98	265,26	3270,9	3363,7
W sezonie	7,9	160,67	1341,26	0,788	511,91	682,64	1676,46	3177,5	3363,7

Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	44,87	12465	1,8
Okno zewnętrzne	567,31	157586	22,6
Dach	86,35	23987	3,4
Podłoga na gruncie	106,23	29507	4,2
Podłoga w piwnicy	41,50	11527	1,7
Stropodach wentylowany	88,25	24513	3,5
Ściana zewnętrzna przy gruncie	12,94	3595	0,5
Ściana zewnętrzna	224,06	62239	8,9
Ciepło na wentylację	1341,26	372573	53,4
Razem	2512,77	697993	100,0

Szczegółowe zestawienie zysków energii cieplnej



42,9 % Zyski od słońca 57,1 % Zyski wewnętrzne

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
• Zyski od słońca	511,91	142197	42,9
Zyski wewnętrzne	682,64	189622	57,1
Σ Razem	1194,55	331819	100,0




Wyniki - Zestawienie przegród

Opis	U	A
	W/m ² · K	m ²
Stropodach płaski	3,793	18,82
Stropodach hali	0,270	555,14
Drzwi zewnętrzne kotłownia	3,200	3,28
Drzwi zewnętrzne 2,2	2,200	46,10
Aluminiowa elewacja	2,000	182,37
Luksfery	4,500	7,50
Okna poliwęglanowe do likwidacji	2,600	73,31
Okna poliwęglanowe	2,600	73,31
Okna PCV	1,800	350,63
Podłoga na gruncie hala	0,264	549,64
Podłoga na gruncie	0,333	420,66
Podłoga w piwnicy	0,334	414,21
Stropodach wentylowany	0,254	611,10
Stropodach zaplecze hali	0,168	350,77
Ściana zewnętrzna nadziemne piwnic	0,309	123,76
Ściana zewnętrzna - hala	0,312	765,38
Ściana zewnętrzna -szkoła	0,313	888,97
Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,217	206,03





Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
m		W/ (m·K)	kg/m ³	kJ/ (kg·K)	m ² ·K/W
B1		Podłoga w piwnicy			
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SZPG					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw} : 4,00 m					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 2,00 m					
0,0100	Terakota.	1,050	2000	0,840	0,010
0,0800	Podkład z betonu pod posadzkę.	1,400	2200	0,840	0,057
0,0200	Styropian - inne przypadki.	0,045	30	1,460	0,444
0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028
0,1000	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,095
0,2000	Piasek pylasty.	0,550	1800	0,840	0,364
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m ² ·K/W]:					2,000
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:					2,998
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:					0,334
B2		Podłoga na gruncie			
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SZ2					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw} : 6,00 m					
Pozioma izol. krawędziowa: o grubości d_{nh} = m i długości D_h = m					
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości d_{nv} = m i długości D_v = m					
0,0100	Terakota.	1,050	2000	0,840	0,010
0,0800	Podkład z betonu pod posadzkę.	1,400	2200	0,840	0,057
0,0200	Styropian - inne przypadki.	0,045	30	1,460	0,444
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,1000	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,095
0,2000	Piasek pylasty.	0,550	1800	0,840	0,364
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m ² ·K/W]:					2,000
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:					3,003
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:					0,333
B3		Podłoga na gruncie hala			
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SZ2					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw} : 6,00 m					
Pozioma izol. krawędziowa: o grubości d_{nh} = m i długości D_h = m					
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości d_{nv} = m i długości D_v = m					
0,0320	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,200
0,0600	Warstwa powietrzna niewentylowana.				0,212
0,0400	Styropian - inne przypadki.	0,045	30	1,460	0,889
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,1000	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,095


Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
0,2000	Piasek pylasty.	0,550	1800	0,840	0,364
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m ² ·K/W]:					2,000
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:					3,793
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:					0,264
 ST1	Stropodach hali				
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0020	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,011
0,1600	Wełna mineralna	0,045	60	0,750	3,556
0,0007	Blacha trapezowa lub dachówkowa.	58,000	7800	0,440	0,000
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:					0,100
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:					3,707
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:					0,270
 ST2	Stropodach zaplecze hali				
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgot					
0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028
0,1000	Płyty korytkowe	1,000	1900		0,100
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. $H = 0,300$ m, [m ² ·K/W]:					0,160
Suma oporów ciepła połączeni dachowej i war. powietrza, [m ² ·K/W]:					0,000
0,2500	Wełna mineralna	0,045	60	0,750	5,556
0,2400	Strop żelbetowy kanałowy o wysokości 22-		1400	0,840	0,180
0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:					0,100
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:					0,090
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:					5,938
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:					0,168
 ST3	Stropodach wentylowany				
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgot					
0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028
0,1000	Płyty korytkowe	1,000	1900		0,100
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. $H = 0,300$ m, [m ² ·K/W]:					0,160
Suma oporów ciepła połączeni dachowej i war. powietrza, [m ² ·K/W]:					0,000
0,1600	Wełna mineralna	0,045	60	0,750	3,556
0,2400	Strop żelbetowy kanałowy o wysokości 22-		1400	0,840	0,180
0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:					0,100
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:					0,090
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:					3,938
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:					0,254

Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
 ST4	Stropodach płaski				
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0010	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,006
0,1800	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,106
0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:					0,100
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					0,264
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					3,793
 SZ1	Ściana zewnętrzna -szkoła				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012
0,2400	Ściana z bloczków z betonu komórkowego n	0,380	800	0,840	0,632
0,1200	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,156
0,1000	Styropian - inne przypadki.	0,045	30	1,460	2,222
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:					0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					3,192
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,313
 SZ2	Ściana zewnętrzna - hala				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012
0,2400	Ściana z bloczków z betonu komórkowego o	0,300	600	0,840	0,800
0,1000	Styropian - inne przypadki.	0,045	30	1,460	2,222
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:					0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					3,204
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,312
 SZ3	Ściana zewnętrzna nadziemne piwnic				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012
0,2400	Ściana z bloczków z betonu komórkowego o	0,350	700	0,840	0,686
0,1200	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,120
0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028
0,1000	Styropian - inne przypadki.	0,045	30	1,460	2,222
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:					0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					3,238

Wyniki - Przegrody

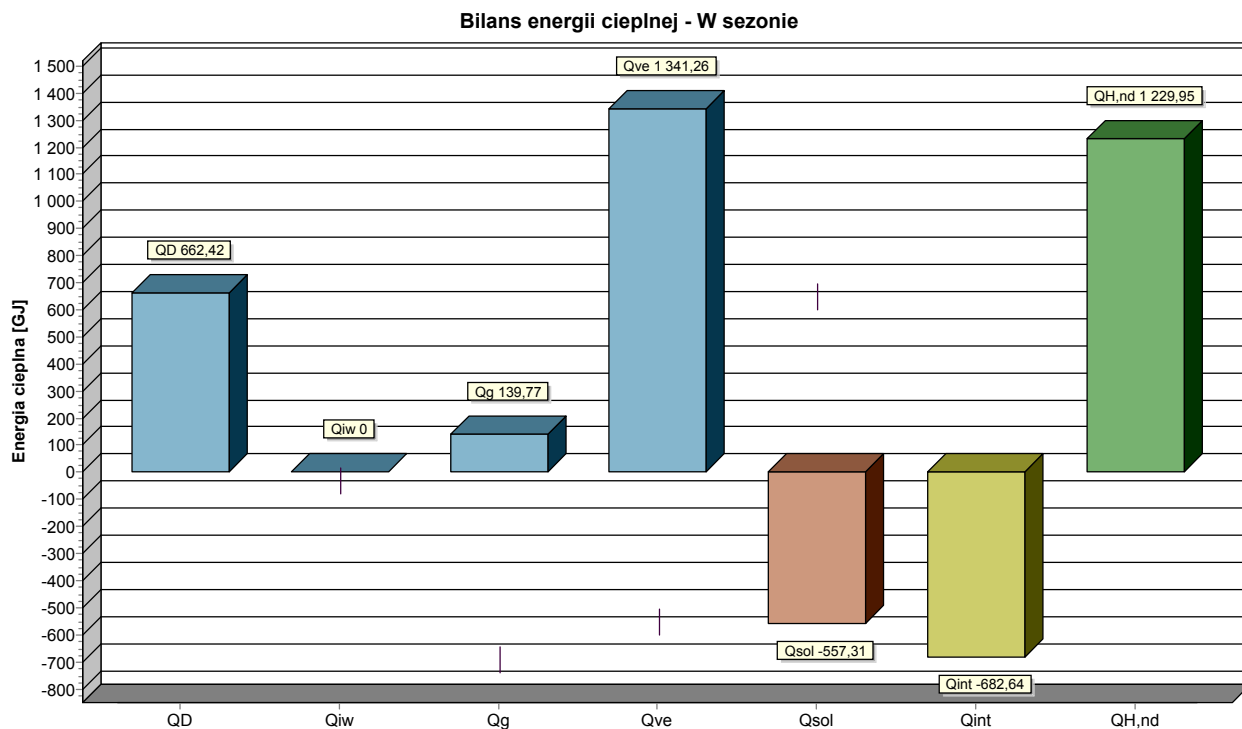
D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,309
 SZPG	Ściana zewnętrzna przy gruncie				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średni					
Podłoga przyległa do ściany: B1					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 2,20 m					
0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012
0,2400	Ściana z bloczków z betonu komórkowego o	0,350	700	0,840	0,686
0,1200	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,120
0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028
0,1000	Styropian - inne przypadki.	0,045	30	1,460	2,222
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R _g , [m ² ·K/W]:					1,534
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					4,602
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,217

Załącznik 2

Bilans energetyczny budynku dla
optymalnego wariantu przedsięwzięcia
termomodernizacyjnego

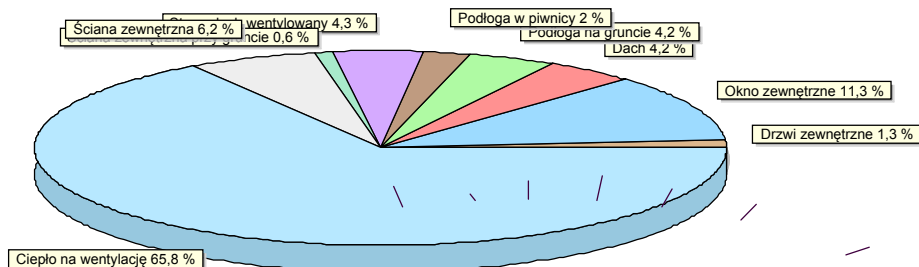
Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Budynek Szkoły Podstawowej	
	stan istniejący	
Miejscowość:	83-334 Miechucino	
Adres:	ul. Szkolna 1	
Projektant:	Piotr Moruń	
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:	STREFA I	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-16	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,7	°C
Stacja meteorologiczna:	Lębork	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	2705,8	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	10965,5	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	74812	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	131301	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	206113	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	206113	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	76,2	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	18,8	W/m ³
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Lębork	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	9889,6	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	1229,95	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	341653	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	2705,80	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	10965,5	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	454,6	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	126,3	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	112,2	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	31,2	kWh/(m ³ ·rok)



Miesiąc	$T_{em,m}$	Q_g	Q_{ve}	$\eta_{H,gn}$	Q_{sol}	Q_{int}	$Q_{H,nd}$	$H_{tr,adj}$	$H_{ve,adj}$
	°C	GJ/rok	GJ/rok		GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	W/K	W/K
Styczeń	1,1	31,79	175,54	0,992	17,93	57,98	218,39	2245,4	3363,7
Luty	-0,3	31,48	169,95	0,992	20,08	52,37	213,10	2259,1	3363,7
Marzec	0,5	31,79	180,95	0,983	41,09	57,98	204,31	2227,5	3363,7
Kwiecień	6,3	22,67	124,54	0,938	54,65	56,11	104,75	2249,2	3363,7
Maj	11,9	12,00	78,24	0,751	76,66	57,98	28,00	2163,7	3363,7
Czerwiec	15,6	0,56	43,46	0,452	81,71	56,11	3,57	1758,2	3363,7
Lipiec	17,1	-7,78	31,39	0,272	82,34	57,98	1,49	1807,9	3363,7
Sierpień	15,4	-10,84	46,71	0,440	69,41	57,98	3,26	1457,2	3363,7
Wrzesień	13,0	-7,53	66,13	0,741	45,63	56,11	16,14	1305,9	3363,7
Październik	8,8	0,58	106,17	0,933	34,92	57,98	72,54	1672,5	3363,7
Listopad	3,5	11,62	148,95	0,987	18,68	56,11	160,10	1905,1	3363,7
Grudzień	1,8	23,43	169,24	0,992	14,21	57,98	204,31	2104,3	3363,7
W sezonie	7,9	139,77	1341,26	0,737	557,31	682,64	1229,95	1994,7	3363,7

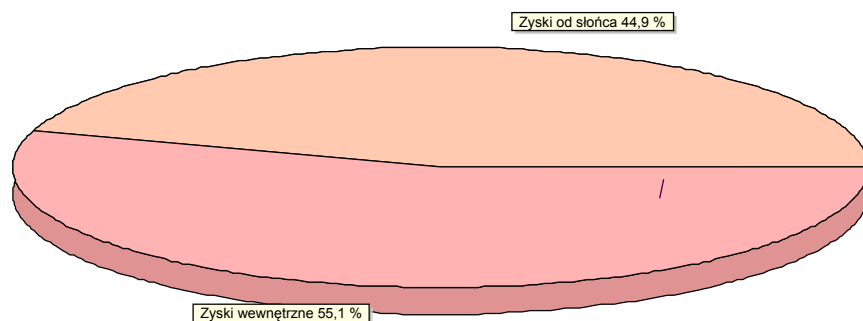
Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



1,3 % Drzwi zewnętrzne	11,3 % Okno zewnętrzne	4,2 % Dach
4,2 % Podłoga na gruncie	2 % Podłoga w piwnicy	4,3 % Stropodach wentylowany
0,6 % Ściana zewnętrzna przy gruncie	6,2 % Ściana zewnętrzna	65,8 % Ciepło na wentylację

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	25,72	7144	1,3
Okno zewnętrzne	230,15	63931	11,3
Dach	86,35	23987	4,2
Podłoga na gruncie	85,33	23703	4,2
Podłoga w piwnicy	41,50	11527	2,0
Stropodach wentylowany	88,25	24513	4,3
Ściana zewnętrzna przy gruncie	12,94	3595	0,6
Ściana zewnętrzna	127,22	35338	6,2
Ciepło na wentylację	1341,26	372573	65,8
Razem	2038,72	566311	100,0

Szczegółowe zestawienie zysków energii cieplnej




44,9 % Zyski od słońca 55,1 % Zyski wewnętrzne

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
• Zyski od słońca	557,31	154807	44,9
Zyski wewnętrzne	682,64	189622	55,1
Σ Razem	1239,95	344430	100,0




Wyniki - Zestawienie przegród

Opis	U	A
	$W/m^2 \cdot K$	m^2
Stropodach płaski	3,793	18,82
Stropodach hali	0,270	555,14
Drzwi zewnętrzne kotłownia	1,300	3,28
Drzwi zewnętrzne 2,2	1,300	46,10
Aluminiowa elewacja	0,900	182,37
Luksfery	0,900	7,50
Okna poliwęglanowe do likwidacji	0,200	73,31
Okna poliwęglanowe	0,900	73,31
Okna PCV	0,900	350,63
Podłoga na gruncie hala	0,264	549,64
Podłoga na gruncie	0,333	420,66
Podłoga w piwnicy	0,334	414,21
Stropodach wentylowany	0,254	611,10
Stropodach zaplecze hali	0,168	350,77
Ściana zewnętrzna nadziemne piwnic	0,309	123,76
Ściana zewnętrzna - hala	0,167	765,38
Ściana zewnętrzna -szkoła	0,168	888,97
Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,217	206,03





Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
m		W/ (m·K)	kg/m ³	kJ/ (kg·K)	m ² ·K/W
 B1	Podłoga w piwnicy				
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SZPG					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw} : 4,00 m					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 2,00 m					
0,0100	Terakota.	1,050	2000	0,840	0,010
0,0800	Podkład z betonu pod posadzkę.	1,400	2200	0,840	0,057
0,0200	Styropian - inne przypadki.	0,045	30	1,460	0,444
0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028
0,1000	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,095
0,2000	Piasek pylasty.	0,550	1800	0,840	0,364
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m ² ·K/W]:					2,000
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					2,998
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,334
 B2	Podłoga na gruncie				
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SZ2					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw} : 6,00 m					
Pozioma izol. krawędziowa: o grubości d_{nh} = m i długości D_h = m					
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości d_{nv} = m i długości D_v = m					
0,0100	Terakota.	1,050	2000	0,840	0,010
0,0800	Podkład z betonu pod posadzkę.	1,400	2200	0,840	0,057
0,0200	Styropian - inne przypadki.	0,045	30	1,460	0,444
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,1000	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,095
0,2000	Piasek pylasty.	0,550	1800	0,840	0,364
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m ² ·K/W]:					2,000
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					3,003
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,333
 B3	Podłoga na gruncie hala				
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SZ2					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw} : 6,00 m					
Pozioma izol. krawędziowa: o grubości d_{nh} = m i długości D_h = m					
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości d_{nv} = m i długości D_v = m					
0,0320	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,200
0,0600	Warstwa powietrzna niewentylowana.				0,212
0,0400	Styropian - inne przypadki.	0,045	30	1,460	0,889
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,1000	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,095


Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
0,2000	Piasek pylasty.	0,550	1800	0,840	0,364
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m ² ·K/W]:					2,000
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:					3,793
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:					0,264
 ST1	Stropodach hali				
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0020	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,011
0,1600	Wełna mineralna	0,045	60	0,750	3,556
0,0007	Blacha trapezowa lub dachówkowa.	58,000	7800	0,440	0,000
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:					0,100
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:					3,707
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:					0,270
 ST2	Stropodach zaplecze hali				
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgot					
0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028
0,1000	Płyty korytkowe	1,000	1900		0,100
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. $H = 0,300$ m, [m ² ·K/W]:					0,160
Suma oporów ciepła połączeni dachowej i war. powietrza, [m ² ·K/W]:					0,000
0,2500	Wełna mineralna	0,045	60	0,750	5,556
0,2400	Strop żelbetowy kanałowy o wysokości 22-		1400	0,840	0,180
0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:					0,100
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:					0,090
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:					5,938
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:					0,168
 ST3	Stropodach wentylowany				
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgot					
0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028
0,1000	Płyty korytkowe	1,000	1900		0,100
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. $H = 0,300$ m, [m ² ·K/W]:					0,160
Suma oporów ciepła połączeni dachowej i war. powietrza, [m ² ·K/W]:					0,000
0,1600	Wełna mineralna	0,045	60	0,750	3,556
0,2400	Strop żelbetowy kanałowy o wysokości 22-		1400	0,840	0,180
0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:					0,100
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:					0,090
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:					3,938
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:					0,254

Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
 ST4	Stropodach płaski				
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0010	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,006
0,1800	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,106
0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:					0,100
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					0,264
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					3,793
 SZ1	Ściana zewnętrzna -szkoła				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012
0,2400	Ściana z bloczków z betonu komórkowego n	0,380	800	0,840	0,632
0,1200	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,156
0,1000	Styropian - inne przypadki.	0,045	30	1,460	2,222
0,1000	styropian 0,036	0,036	30	1,460	2,778
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:					0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					5,970
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,168
 SZ2	Ściana zewnętrzna - hala				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012
0,2400	Ściana z bloczków z betonu komórkowego o	0,300	600	0,840	0,800
0,1000	Styropian - inne przypadki.	0,045	30	1,460	2,222
0,1000	styropian 0,036	0,036	30	1,460	2,778
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:					0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					5,982
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,167
 SZ3	Ściana zewnętrzna nadziemne piwnic				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012
0,2400	Ściana z bloczków z betonu komórkowego o	0,350	700	0,840	0,686
0,1200	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,120
0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028
0,1000	Styropian - inne przypadki.	0,045	30	1,460	2,222
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:					0,130

Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:					3,238
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:					0,309
 SZPG		Ściana zewnętrzna przy gruncie			
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średni					
Podłoga przyległa do ściany: B1					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 2,20 m					
0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012
0,2400	Ściana z bloczków z betonu komórkowego o	0,350	700	0,840	0,686
0,1200	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,120
0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028
0,1000	Styropian - inne przypadki.	0,045	30	1,460	2,222
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m ² ·K/W]:					1,534
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:					4,602
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:					0,217

Załącznik 3

Audyt efektywności energetycznej
- wymiana oświetlenie

KARTA AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ				Data wykonania 10.04.2023r.	
Podstawowe informacje dotyczące przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej					
Przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej		Modernizacja oświetlenia oraz montaż instalacji fotowoltaicznej.			
Opis przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej (max 250 znaków)		Montaż oświetlenia LED oraz instalacji fotowoltaicznej do produkcji energii elektrycznej w budynku Szkoły Podstawowej w Miechucinie przy ul. Szkolnej 1.			
Dane podmiotu, u którego będzie realizowane/zostało zrealizowane* przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej, lub podmiotu upoważnionego (numer PESEL albo nazwa):		Gmina Chmielno ul. Gryfa Pomorskiego 22 83-333 Chmielno			
Planowana data rozpoczęcia realizacji przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej:**	Data zakończenia realizacji przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej:***	Wyrażony w latach kalendarzowych okres uzyskiwania oszczędności energii:			
01.07.2024	-	10			
Parametry przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej					
Średnioroczna ilość energii finalnej planowanej do zaoszczędzenia: **	47 527	[kWh/rok]	4,087	[toe/rok]	
Średnioroczna ilość energii pierwotnej planowanej do zaoszczędzenia: **	142 581	[kWh/rok]	12,260	[toe/rok]	
Średnioroczna ilość zaoszczędzonej energii finalnej:***	N/D	[kWh/rok]	N/D	[toe/rok]	
Średnioroczna ilość zaoszczędzonej energii pierwotnej:***	N/D	[kWh/rok]	N/D	[toe/rok]	
Dane sporządzającego audyt efektywności energetycznej					
Imię i Nazwisko:	mgr inż. Piotr Moruń				
Nr telefonu:	+48 604 434 360				
Podpis:					

* Niepotrzebne skreślić.

** W przypadku planowanego przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej.

*** W przypadku zrealizowanego przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej.

Dane ogólne:

Przedmiotem audytu jest modernizacja instalacji oświetlenia oraz montaż instalacji fotowoltaicznej do produkcji energii elektrycznej w budynku szkolnym. W miejsce opraw świetłówkowych (świetłówki fluorescencyjne) oraz żarowych i metahalogenowych planuje się zastosowanie oświetlenia LED.

Dokumentacja projektowa:

-

Inne dokumenty

- Wizja lokalna
- Normy i rozporządzenia:
 - Ustawą z dnia 20 maja 2016 r. o efektywności energetycznej (Dz. U. 2016r., poz. 831)
 - Rozporządzeniem Ministra Energii w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii z dnia 5 października 2017 r. (Dz. U. 2017, poz. 1912)
 - Ustawą z dnia 21 listopada 2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (Dz. U. 2017r., poz. 130), Dalej zwana Ustawą termomodernizacyjną.
 - Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury i Rozwoju w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej z dnia 27 lutego 2015 r. (Dz. U. 2015r., poz. 376)
 - Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z dnia 12 kwietnia 2002 r. (Dz. U. Z 2015 r. poz. 1422)
- Polska Norma PN-EN-12464-1 oraz PN-EN-13201-2

Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zlecniodawcy)

Modernizacja oświetlenia na energooszczędne. Montaż instalacji fotowoltaicznej.

Opis przesiewzięcia

Zakłada się wymianę oświetlenia fluorescencyjnego (światłówki) i żarowego w oprawach typu:

- oprawa światłówkowa 2x36W
- oprawa światłówkowa 4x18W
- oprawa światłówkowa 2x18W
- oprawa światłówkowa 2x18W
- oprawa światłówkowa 1x36W
- oprawa żarówkowa
- metahalogeny

Zestawienie oświetlenia w poszczególnych grupach pomieszczeń przedstawiono w dalszej części opracowania.

W wyniku modernizacji planuje się zmianę rodzaju oświetlenia - zastosowanie energooszczędnego oświetlenia LED.

Przewiduje się montaż zestawu paneli fotowoltaicznych na dachu budynku.

Zaleca się wykonanie montażu oświetlenia w oparciu o projekt w celu spełnienia wymogów normy PN-EN12464-1 Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach.

Dobre moce opraw LED są tylko propozycją i można je modyfikować w celu osiągnięcia normy w danym pomieszczeniu.

Inwentaryzacja oświetlenia wbudowanego przed modernizacją

Moc urządzeń oświetleniowych w ocenianym budynku wersja standardowa

Lp	Pomieszczenie	Rodzaj punktu świetlnego	Moc jednostkowa źródeł światła w oprawie, W	Całkowita moc pojedynczej oprawy z uwzględnieniem starterów, transformatorów, stateczników, W	Liczba, szt.	Moc instalowana Przecz, W	Liczba godzin pracy w ciągu roku, h/rok
1	Sale lekcyjne, pomieszczenia biurowe itp.	Oprawa świetłkowska 2x36W	72	82,8	107	8860	1800
		Oprawa świetłkowska 2x18W	36	41,4	2	83	1800
		Oprawa świetłkowska 4x18W	72	82,8	2	166	1800
		Metahalogeny 250W	250	250	20	5000	1800
		Oprawa żarówkowa E27	40	40	19	760	1800
2	Hole i korytarze	Oprawa świetłkowska 2x36W	72	82,8	25	2070	1080
		Oprawa świetłkowska 1x36W	36	41,4	53	2194	1080
		Oprawa świetłkowska 2x18W	36	41,4	2	83	1080
		Oprawa żarówkowa E27	40	40	6	240	1080
3	Pozostałe (pomieszczenia gospodarcze, toalety, szatnie, archiwa itp.)	Oprawa świetłkowska 2x36W	72	82,8	36	2981	540
		Oprawa świetłkowska 2x18W	36	41,4	7	290	540
		Oprawa żarówkowa E27	30	30	23	690	540
4	Oświetlenie zewnętrzne	Oprawa żarowe	60	60	13	780	2200
Razem					315	24196	-

Liczbę godzin pracy oświetlenia przyjęto na podstawie Rozporządzenia Ministra Energii w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii z dnia 5 października 2017 r oraz rzeczywistych czasów pracy obiektu.

Zestawienie oświetlenia wbudowanego LED

Moc urządzeń oświetleniowych w ocenianym budynku - wersja LED

Lp	Pomieszczenie	Rodzaj punktu świetlnego	Moc jednostkowa źródeł światła w oprawie, W	Całkowita moc pojedynczej oprawy z uwzględnieniem starterów, transformatorów, stateczników, W	Liczba, szt.	Moc instalowana Przecz, W	Liczba godzin pracy w ciągu roku, h/rok
1	Sale lekcyjne, pomieszczenia biurowe itp.	Oprawa LED 40W	40	40	107	4280	1800
		Oprawa LED 20W	20	20	2	40	1800
		Oprawa LED 40W	40	40	2	80	1800
		Oprawa LED 125W	125	125	20	2500	1800
		Oprawa LED 20W	20	20	19	380	1800
2	Hole i korytarze	Oprawa LED 40W	40	40	25	1000	1080
		Oprawa LED 20W	20	20	53	1060	1080
		Oprawa LED 20W	20	20	2	40	1080
		Oprawa LED 20W	20	20	6	120	1080
3	Pozostałe (pomieszczenia gospodarcze, toalety, szatnie, archiwa itp.)	Oprawa LED 40W	40	40	36	1440	540
		Oprawa LED 20W	20	20	7	140	540
		Oprawa LED 20W	20	20	23	460	540
4	Oświetlenie zewnętrzne	Oprawa LED 30W	30	30	13	390	2200
Razem					315	11930	-

Liczbę godzin pracy oświetlenia przyjęto na podstawie Rozporządzenia Ministra Energii w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii z dnia 5 października 2017 r oraz rzeczywistych czasów pracy obiektu.

Obliczenia energetyczne wersja standardowa - oświetlenie

Zużycie energii elektrycznej w ocenianym budynku wersja standardowa

Lp	Pomieszczenie	Moc instalowana Przec, W	Liczba godzin pracy w ciągu roku, h/rok	Zużycie energii elektrycznej na cele oświetlenia wewnętrznego, kWh/rok
1	Sale lekcyjne, pomieszczenia biurowe itp.	8860	1800	15947
		83	1800	149
		166	1800	298
		5000	1800	9000
		760	1800	1368
2	Hole i korytarze	2070	1080	2236
		2194	1080	2370
		83	1080	89
		240	1080	259
3	Pozostałe (pomieszczenia gospodarcze, toalety, szatnie, archiwa itp.)	2981	540	1610
		290	540	156
		690	540	373
4	Oświetlenie zewnętrzne	780	2200	1716
	Razem	24196	-	35571

Obliczenia energetyczne wersja LED - oświetlenie

Zużycie energii elektrycznej w ocenianym budynku wersja LED

Lp	Linia produkcyjna	Moc instalowana Przec, W	Liczba godzin pracy w ciągu roku, h/rok	Zużycie energii elektrycznej na cele oświetlenia wewnętrznego, kWh/rok
1	Sale lekcyjne, pomieszczenia biurowe itp.	4280	1800	7704
		40	1800	72
		80	1800	144
		2500	1800	4500
		380	1800	684
2	Hole i korytarze	1000	1080	1080
		1060	1080	1145
		40	1080	43
		120	1080	130
3	Pozostałe (pomieszczenia gospodarcze, toalety, szatnie, archiwa itp.)	1440	540	778
		140	540	76
		460	540	248
4	Oświetlenie zewnętrzne	390	2200	858
	Razem	11930	-	17461

Wprowadzenie automatycznej regulacji oświetlenia uwzględniającej nieobecność użytkowników:

Współczynnik:

0,90

Zużycie energii elektrycznej na cele oświetlenia wewnętrznego, kWh/rok

15715

PANELE FOTOWOLTAICZNE - analiza nasłonecznienia

szerokość geograficzna - Miechucino

stopnie minuty sekundy
54 20 18

Kolejny dzień roku	Deklinacja Q	Deklinacja Q	Liczba godzin dziennych DL	Miesiące	Liczba godzin dziennych w miesiącu	Całkowita energia promieniowania słonecznego (30st.S)	Średnie natężenie promieniowania (30st.S)
-	[stopnie]	[rad]	[h/dzień]	-	[h/mies.]	Wh/m2*m-c	[W/m2]
1	-23,031	-0,402	7,16	styczeń	238,86	28129	117,8
2	-22,951	-0,401	7,18				
3	-22,865	-0,399	7,20				
4	-22,772	-0,397	7,23				
5	-22,673	-0,396	7,25				
6	-22,566	-0,394	7,28				
7	-22,453	-0,392	7,31				
8	-22,333	-0,390	7,34				
9	-22,207	-0,388	7,38				
10	-22,074	-0,385	7,41				
11	-21,934	-0,383	7,45				
12	-21,788	-0,380	7,49				
13	-21,636	-0,378	7,53				
14	-21,477	-0,375	7,57				
15	-21,312	-0,372	7,61				
16	-21,140	-0,369	7,65				
17	-20,962	-0,366	7,70				
18	-20,778	-0,363	7,74				
19	-20,588	-0,359	7,79				
20	-20,392	-0,356	7,84				
21	-20,190	-0,352	7,89				
22	-19,981	-0,349	7,94				
23	-19,767	-0,345	7,99				
24	-19,547	-0,341	8,05				
25	-19,321	-0,337	8,10				
26	-19,089	-0,333	8,16				
27	-18,852	-0,329	8,21				
28	-18,609	-0,325	8,27				
29	-18,361	-0,320	8,33				
30	-18,107	-0,316	8,39				
31	-17,848	-0,312	8,45				

32	-17,583	-0,307	8,51	luty	263,20	34188	129,9
33	-17,314	-0,302	8,57				
34	-17,039	-0,297	8,63				
35	-16,759	-0,293	8,69				
36	-16,474	-0,288	8,75				
37	-16,185	-0,282	8,82				
38	-15,890	-0,277	8,88				
39	-15,591	-0,272	8,95				
40	-15,287	-0,267	9,01				
41	-14,979	-0,261	9,08				
42	-14,666	-0,256	9,15				
43	-14,349	-0,250	9,22				
44	-14,027	-0,245	9,28				
45	-13,702	-0,239	9,35				
46	-13,372	-0,233	9,42				
47	-13,039	-0,228	9,49				
48	-12,701	-0,222	9,56				
49	-12,360	-0,216	9,63				
50	-12,015	-0,210	9,70				
51	-11,667	-0,204	9,77				
52	-11,315	-0,197	9,84				
53	-10,960	-0,191	9,91				
54	-10,601	-0,185	9,98				
55	-10,239	-0,179	10,06				
56	-9,875	-0,172	10,13				
57	-9,507	-0,166	10,20				
58	-9,137	-0,159	10,27				
59	-8,764	-0,153	10,35				
60	-8,388	-0,146	10,42	marzec	357,54	72622	203,1
61	-8,010	-0,140	10,49				
62	-7,629	-0,133	10,57				
63	-7,246	-0,126	10,64				
64	-6,861	-0,120	10,71				
65	-6,474	-0,113	10,79				
66	-6,086	-0,106	10,86				
67	-5,695	-0,099	10,93				
68	-5,302	-0,093	11,01				
69	-4,908	-0,086	11,08				
70	-4,513	-0,079	11,16				
71	-4,116	-0,072	11,23				
72	-3,718	-0,065	11,31				
73	-3,319	-0,058	11,38				
74	-2,919	-0,051	11,46				
75	-2,518	-0,044	11,53				
76	-2,116	-0,037	11,61				
77	-1,714	-0,030	11,68				
78	-1,311	-0,023	11,76				
79	-0,908	-0,016	11,83				
80	-0,505	-0,009	11,91				
81	-0,101	-0,002	11,98				
82	0,303	0,005	12,06				
83	0,706	0,012	12,13				
84	1,110	0,019	12,21				
85	1,513	0,026	12,28				
86	1,915	0,033	12,36				
87	2,317	0,040	12,43				
88	2,719	0,047	12,51				
89	3,119	0,054	12,58				
90	3,519	0,061	12,66				

91	3,917	0,068	12,73	kwiecień	413,72	93682	226,4
92	4,315	0,075	12,80				
93	4,711	0,082	12,88				
94	5,106	0,089	12,95				
95	5,499	0,096	13,03				
96	5,890	0,103	13,10				
97	6,280	0,110	13,18				
98	6,668	0,116	13,25				
99	7,054	0,123	13,32				
100	7,438	0,130	13,40				
101	7,820	0,136	13,47				
102	8,199	0,143	13,54				
103	8,576	0,150	13,62				
104	8,951	0,156	13,69				
105	9,322	0,163	13,76				
106	9,691	0,169	13,84				
107	10,058	0,176	13,91				
108	10,421	0,182	13,98				
109	10,781	0,188	14,05				
110	11,138	0,194	14,12				
111	11,491	0,201	14,19	maj	489,14	134069	274,1
112	11,841	0,207	14,27				
113	12,188	0,213	14,34				
114	12,531	0,219	14,41				
115	12,870	0,225	14,48				
116	13,206	0,230	14,55				
117	13,537	0,236	14,61				
118	13,865	0,242	14,68				
119	14,189	0,248	14,75				
120	14,508	0,253	14,82				
121	14,823	0,259	14,89				
122	15,133	0,264	14,95				
123	15,440	0,269	15,02				
124	15,741	0,275	15,08				
125	16,038	0,280	15,15				
126	16,330	0,285	15,21				
127	16,617	0,290	15,28				
128	16,900	0,295	15,34				
129	17,177	0,300	15,40				
130	17,449	0,305	15,46				
131	17,716	0,309	15,52				
132	17,978	0,314	15,58				
133	18,235	0,318	15,64				
134	18,486	0,323	15,70				
135	18,731	0,327	15,76				
136	18,971	0,331	15,82				
137	19,206	0,335	15,87				
138	19,435	0,339	15,93				
139	19,658	0,343	15,98				
140	19,875	0,347	16,03				
141	20,086	0,351	16,09				
142	20,291	0,354	16,14				
143	20,491	0,358	16,18				
144	20,684	0,361	16,23				
145	20,871	0,364	16,28				
146	21,052	0,367	16,33				
147	21,227	0,370	16,37				
148	21,395	0,373	16,41				
149	21,557	0,376	16,45				
150	21,713	0,379	16,49				
151	21,862	0,382	16,53				

152	22,005	0,384	16,57	czerwiec	505,65	137016	271,0
153	22,141	0,386	16,61				
154	22,271	0,389	16,64				
155	22,394	0,391	16,67				
156	22,510	0,393	16,70				
157	22,620	0,395	16,73				
158	22,723	0,397	16,76				
159	22,820	0,398	16,79				
160	22,909	0,400	16,81				
161	22,992	0,401	16,83				
162	23,068	0,403	16,85				
163	23,137	0,404	16,87				
164	23,199	0,405	16,89				
165	23,255	0,406	16,91				
166	23,303	0,407	16,92				
167	23,345	0,407	16,93				
168	23,380	0,408	16,94				
169	23,407	0,409	16,95				
170	23,428	0,409	16,95				
171	23,442	0,409	16,96				
172	23,449	0,409	16,96				
173	23,449	0,409	16,96				
174	23,442	0,409	16,96				
175	23,428	0,409	16,95				
176	23,407	0,409	16,95				
177	23,380	0,408	16,94				
178	23,345	0,407	16,93				
179	23,303	0,407	16,92				
180	23,255	0,406	16,91				
181	23,199	0,405	16,89				
182	23,137	0,404	16,87	lipec	507,09	140128	276,3
183	23,068	0,403	16,85				
184	22,992	0,401	16,83				
185	22,909	0,400	16,81				
186	22,820	0,398	16,79				
187	22,723	0,397	16,76				
188	22,620	0,395	16,73				
189	22,510	0,393	16,70				
190	22,394	0,391	16,67				
191	22,271	0,389	16,64				
192	22,141	0,386	16,61				
193	22,005	0,384	16,57				
194	21,862	0,382	16,53				
195	21,713	0,379	16,49				
196	21,557	0,376	16,45				
197	21,395	0,373	16,41				
198	21,227	0,370	16,37				
199	21,052	0,367	16,33				
200	20,871	0,364	16,28				
201	20,684	0,361	16,23				
202	20,491	0,358	16,18				
203	20,291	0,354	16,14				
204	20,086	0,351	16,09				
205	19,875	0,347	16,03				
206	19,658	0,343	15,98				
207	19,435	0,339	15,93				
208	19,206	0,335	15,87				
209	18,971	0,331	15,82				
210	18,731	0,327	15,76				
211	18,486	0,323	15,70				
212	18,235	0,318	15,64				

213	17,978	0,314	15,58	sierpień	452,50	119404	263,9
214	17,716	0,309	15,52				
215	17,449	0,305	15,46				
216	17,177	0,300	15,40				
217	16,900	0,295	15,34				
218	16,617	0,290	15,28				
219	16,330	0,285	15,21				
220	16,038	0,280	15,15				
221	15,741	0,275	15,08				
222	15,440	0,269	15,02				
223	15,133	0,264	14,95				
224	14,823	0,259	14,89				
225	14,508	0,253	14,82				
226	14,189	0,248	14,75				
227	13,865	0,242	14,68				
228	13,537	0,236	14,61				
229	13,206	0,230	14,55				
230	12,870	0,225	14,48				
231	12,531	0,219	14,41				
232	12,188	0,213	14,34				
233	11,841	0,207	14,27				
234	11,491	0,201	14,19				
235	11,138	0,194	14,12				
236	10,781	0,188	14,05				
237	10,421	0,182	13,98				
238	10,058	0,176	13,91				
239	9,691	0,169	13,84				
240	9,322	0,163	13,76				
241	8,951	0,156	13,69				
242	8,576	0,150	13,62				
243	8,199	0,143	13,54				
244	7,820	0,136	13,47	wrzesień	371,76	73155	196,8
245	7,438	0,130	13,40				
246	7,054	0,123	13,32				
247	6,668	0,116	13,25				
248	6,280	0,110	13,18				
249	5,890	0,103	13,10				
250	5,499	0,096	13,03				
251	5,106	0,089	12,95				
252	4,711	0,082	12,88				
253	4,315	0,075	12,80				
254	3,917	0,068	12,73				
255	3,519	0,061	12,66				
256	3,119	0,054	12,58				
257	2,719	0,047	12,51				
258	2,317	0,040	12,43				
259	1,915	0,033	12,36				
260	1,513	0,026	12,28				
261	1,110	0,019	12,21				
262	0,706	0,012	12,13				
263	0,303	0,005	12,06				
264	-0,101	-0,002	11,98				
265	-0,505	-0,009	11,91				
266	-0,908	-0,016	11,83				
267	-1,311	-0,023	11,76				
268	-1,714	-0,030	11,68				
269	-2,116	-0,037	11,61				
270	-2,518	-0,044	11,53				
271	-2,919	-0,051	11,46				
272	-3,319	-0,058	11,38				
273	-3,718	-0,065	11,31				

274	-4,116	-0,072	11,23	październik	314,28	67290	214,1
275	-4,513	-0,079	11,16				
276	-4,908	-0,086	11,08				
277	-5,302	-0,093	11,01				
278	-5,695	-0,099	10,93				
279	-6,086	-0,106	10,86				
280	-6,474	-0,113	10,79				
281	-6,861	-0,120	10,71				
282	-7,246	-0,126	10,64				
283	-7,629	-0,133	10,57				
284	-8,010	-0,140	10,49				
285	-8,388	-0,146	10,42				
286	-8,764	-0,153	10,35				
287	-9,137	-0,159	10,27				
288	-9,507	-0,166	10,20				
289	-9,875	-0,172	10,13				
290	-10,239	-0,179	10,06				
291	-10,601	-0,185	9,98				
292	-10,960	-0,191	9,91				
293	-11,315	-0,197	9,84				
294	-11,667	-0,204	9,77				
295	-12,015	-0,210	9,70				
296	-12,360	-0,216	9,63				
297	-12,701	-0,222	9,56				
298	-13,039	-0,228	9,49				
299	-13,372	-0,233	9,42				
300	-13,702	-0,239	9,35				
301	-14,027	-0,245	9,28				
302	-14,349	-0,250	9,22				
303	-14,666	-0,256	9,15				
304	-14,979	-0,261	9,08				
305	-15,287	-0,267	9,01	listopad	244,93	32349	132,1
306	-15,591	-0,272	8,95				
307	-15,890	-0,277	8,88				
308	-16,185	-0,282	8,82				
309	-16,474	-0,288	8,75				
310	-16,759	-0,293	8,69				
311	-17,039	-0,297	8,63				
312	-17,314	-0,302	8,57				
313	-17,583	-0,307	8,51				
314	-17,848	-0,312	8,45				
315	-18,107	-0,316	8,39				
316	-18,361	-0,320	8,33				
317	-18,609	-0,325	8,27				
318	-18,852	-0,329	8,21				
319	-19,089	-0,333	8,16				
320	-19,321	-0,337	8,10				
321	-19,547	-0,341	8,05				
322	-19,767	-0,345	7,99				
323	-19,981	-0,349	7,94				
324	-20,190	-0,352	7,89				
325	-20,392	-0,356	7,84				
326	-20,588	-0,359	7,79				
327	-20,778	-0,363	7,74				
328	-20,962	-0,366	7,70				
329	-21,140	-0,369	7,65				
330	-21,312	-0,372	7,61				
331	-21,477	-0,375	7,57				
332	-21,636	-0,378	7,53				
333	-21,788	-0,380	7,49				
334	-21,934	-0,383	7,45				

335	-22,074	-0,385	7,41	grudzień	221,33	19698	89,0
336	-22,207	-0,388	7,38				
337	-22,333	-0,390	7,34				
338	-22,453	-0,392	7,31				
339	-22,566	-0,394	7,28				
340	-22,673	-0,396	7,25				
341	-22,772	-0,397	7,23				
342	-22,865	-0,399	7,20				
343	-22,951	-0,401	7,18				
344	-23,031	-0,402	7,16				
345	-23,103	-0,403	7,14				
346	-23,169	-0,404	7,12				
347	-23,228	-0,405	7,10				
348	-23,280	-0,406	7,09				
349	-23,325	-0,407	7,08				
350	-23,363	-0,408	7,06				
351	-23,394	-0,408	7,06				
352	-23,419	-0,409	7,05				
353	-23,436	-0,409	7,04				
354	-23,447	-0,409	7,04				
355	-23,450	-0,409	7,04				
356	-23,447	-0,409	7,04				
357	-23,436	-0,409	7,04				
358	-23,419	-0,409	7,05				
359	-23,394	-0,408	7,06				
360	-23,363	-0,408	7,06				
361	-23,325	-0,407	7,08				
362	-23,280	-0,406	7,09				
363	-23,228	-0,405	7,10				
364	-23,169	-0,404	7,12				
365	-23,103	-0,403	7,14				

Obliczenia dotyczące paneli fotowoltaicznych

Założenie:

Instalowana moc paneli: 31,95 kW

Założono zastosowanie ogniw fotowoltaicznych o mocy nominalnej 450 Wp

	Wartości jednostk.	S	SE	SW	Suma
	szt.	szt.	szt.	szt.	szt.
	1	71	0	0	71
Moc nominalna [kWp]	0,45	31,95	0	0	31,95
Straty na inwerterze, kablach itp. [%]	9%	9%	9%	9%	9%
Całkowity uzysk energii [kWhp]	-	30408	0	0	30408
styczeń	-	899	0	0	899
luty	-	1092	0	0	1092
marzec	-	2320	0	0	2320
kwiecień	-	2993	0	0	2993
maj	-	4284	0	0	4284
czerwiec	-	4378	0	0	4378
lipiec	-	4477	0	0	4477
sierpień	-	3815	0	0	3815
wrzesień	-	2337	0	0	2337
październik	-	2150	0	0	2150
listopad	-	1034	0	0	1034
grudzień	-	629	0	0	629
Całkowity uzysk energii z uwzględnieniem strat [kWh]	-	27671	0	0	27671

Zakłada się montaż 71 szt. paneli fotowoltaicznych na dachu w ekspozycji południowej.

Kąt nachylenia paneli zbliżony do 30 st.

Rozstawienie zapobiegające zacienieniu paneli od obiektów znajdujących się w pobliżu.

Parametry przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej
Energia finalna i pierwotna

Lp	Opis	Energia finalna		wi	Energia pierwotna		Emisja Co2	
		GJ/rok	kWh/rok	-	GJ/rok	kWh/rok	Mg/MWh	kg/rok
Przed modernizacją:								
1	Oświetlenie fluorescencyjne i żarowe	128	35 571	3,0	384	106 713	0,708	25 184
2	Energia pomocnicza: kotłownia, inne	54	15 000	3,0	162	45 000	0,708	10 620
Po modernizacji:								
1	Oświetlenie LED	57	15 715	3,0	170	47 145	0,708	11 126
2	Energia pomocnicza: kotłownia, inne	54	15 000	3,0	162	45 000	0,708	10 620
3	Panele fotowoltaiczna	-100	-27 671	3,0	-299	-83 013	0,708	-19 591
	Oszczędność	171	47 527		513	142 581		33 649

Nośnik energii :	energia elektryczna - Państwowa Sieć Elektroenergetyczna
wi :	3,00
Wsk. emisji CO2, Mg/MWh:	0,708

Parametry przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej (na podstawie audytu efektywności energetycznej)

1	Średnioroczna oszczędność energii finalnej:	47 527	[kWh/rok]	4,087	[toe/rok]
2	Średnioroczna oszczędność energii pierwotnej:	142 581	[kWh/rok]	12,260	[toe/rok]
3	Szacowana wielkość redukcji emisji CO2	33,65			ton/rok

1GJ/toe
1kWh/toe

41,868 GJ/toe
11 630 kWh/toe

Ocena opłacalności				
Modernizacja				
Lp.	Opis	Jedn.	energia elektryczna stan istniejący	energia elektryczna po modernizacji
1	Moc całkowita oświetlenia	kW	24,2	11,9
2	Roczne zapotrzebowanie na energię finalną na pracę oświetlenia	kWh/rok	50 571	3 044
3	Roczne oszczędność energii	kWh/rok		47 527
4	Jednostkowy koszt energii elektrycznej	zł/kWh	0,97	0,97
5	Koszt pracy oświetlenia w ciągu roku	zł/rok	48 828,91	2 939,14
6	Roczna oszczędność	zł/rok		45 889,77
7	Oszczędność kosztów energii w okresie 10 lat	zł/rok		458 897,70
8	Całkowity szacowany koszt przedsięwzięcia	zł		572 856,33
9	Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych SPBT	lata		12,48

Podsumowanie

Zastosowane usprawnienia i metoda określenia ich efektów

Usprawnienia w ramach przedsięwzięcia	Metoda określenia efektów usprawnienia (źródła danych, metody obliczeniowe, programy komputerowe)
<p>Przedmiotem audytu jest modernizacja instalacji oświetlenia oraz montaż instalacji fotowoltaicznej do produkcji energii elektrycznej w budynku szkolnym. W miejsce opraw świetlówkowych (świetlówki fluorescencyjne) oraz żarowych i metahalogenowych planuje się zastosowanie oświetlenia LED.</p>	<p>Obliczenia wykonano metodą analityczną wzorując się na metodzie uproszczonej zgodnej z Rozporządzeniem Ministra Energii z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii (Dz. U. 2017 poz.1 912) oraz Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 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. 2015 poz. 376). - z zastosowaniem podstawowych zależności fizycznych. Moc źródeł światła określono na podstawie danych znamionowych, czas pracy oświetlenia określono zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Energii z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii.</p>

Zestawienie efektów przedsięwzięcia

Lp.	Rodzaj danych	Jednostka	Wartość	Uwagi
1	Oszczędność zużycia energii finalnej	MWh/a	47,5	
		GJ/rok	171,1	
		toe/rok	4,087	
2	Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej	-	3,00	energia elektryczna z produkcji mieszanej
3	Oszczędność zużycia energii pierwotnej	MWh/a	142,6	
		GJ/rok	513,3	
		toe/rok	12,260	
4	Wskaźnik emisji CO ₂	Mg CO ₂ /MWh	0,708	Sieć elektroenergetyczna systemowa
5	Szacowana wielkość redukcji emisji CO ₂	MgCO ₂ /rok	33,65	

1.	Cena źródeł światła	liczba	cena jednostkowa [zł]	cena całkowita brutto [zł]
1.	Oprawa świetlówkowa / Oprawa LED	234	615,00	143 910,00
2.	Oprawa żarówkowa E27 / Oprawa LED	48	307,50	14 760,00
3.	Metahalogeny/Oprawy LED	20	2 460,00	49 200,00
4.	Oprawa zewnętrzna/Oprawa zewnętrzna LED	13	430,50	5 596,50
5.				
	razem	315		213 466,50

2.	Regulacja automatyczna	liczba	cena jednostkowa [zł]	cena całkowita brutto [zł]
1.	Elementy regulacji automatycznej	1 kpl.	65 641,41	65 641,41
	razem			65 641,41

2.	Cena wykonania instalacji elektrycznej	orientacyjna liczba punktów	cena jednostkowa [zł]	cena całkowita brutto [zł]
1.	Wykonanie instalacji wraz z przewodami	378	258,30	97 637,40
	razem	378		97 637,40

3.	Koszty dodatkowe	liczba	cena jednostkowa [zł]	cena całkowita brutto [zł]
1.	Wykonanie projektu, nadzór, pomiary itp.	1 kpl.	20 386,02	20 386,02

4.	Koszty instalacji OZE	liczba	cena jednostkowa [zł]	cena całkowita brutto [zł]
1.	Montaż paneli fotowoltaicznych	1 kpl.	175 725,00	175 725,00

5.	Koszty całkowite			cena całkowita brutto [zł]
1.	Całkowity koszt wykonania usprawnienia			572 856,33

* orientacyjna liczba punktów przy założeniu dostosowania oświetlenia do normy PN-EN12464-1 oraz montażu regulacji automatycznej

Założenia do systemu Zarządzania Energią (BMS) □

Wyposażenie budynku w system czujników i detektorów oraz jeden, zintegrowany system zarządzania wszystkimi znajdującymi się w budynku instalacjami. System zarządzania energią w budynku BMS musi posiadać funkcjonalność monitorowania i zarządzania systemami energetycznymi oraz grzewczymi znajdującymi się w budynku, gromadząc informacje z czujników, detektorów, analizatorów, ciepłomierzy, wodomierzy oraz sterowników urządzeń, pozwalając na reagowanie w czasie rzeczywistym na zmianę warunków zewnętrznych i wewnętrznych w celu optymalizacji zużycia energii cieplnej i energetycznej budynku. System BMS musi być systemem otwartym, zapewniającym integrację podsystemów branżowych różnych producentów, przez obsługę otwartych standardów komunikacji budynkowej.

System BMS dodatkowo powinien posiadać wbudowany język definicji raportów, pozwalający na tworzenie dowolnych raportów tabelarycznych oraz graficznych bazujących na danych z bazy wewnętrznej systemu na potrzeby prawidłowej prezentacji uzyskanych efektów ekologicznych oraz efektywności energetycznej, jak również funkcjonalność zdalnego monitoringu przez Internet z poziomu przeglądarki internetowej www dla użytkowników posiadających odpowiednie uprawnienia.

Założenia do projektowania systemu regulacji oświetlenia.

System automatycznej regulacji oświetlenia powinien uwzględniać:

- możliwość automatycznego załączania oświetlenia w miejscach ogólnodostępnych w zależności od natężenia oświetlenia naturalnego oraz obecności osób (korytarze, klatki schodowe, łazienki) z uwzględnieniem stałego oświetlenia dróg ewakuacyjnych,
- możliwość automatycznego wyłączania oświetlenia w pomieszczeniach użytkowych poza godzinami stałej eksploatacji i przy braku obecności osób,
- programowanie okresu pracy normalnej i okresu czuwania (poza godzinami pracy, weekendy, przerwy świąteczne, wakacyjne itp.) - przełączanie trybu pracy oświetlenia - tryb stały i tryb z uwzględnieniem obecności osób zaprojektowane w sposób ergonomiczny - umożliwiające łatwe wprowadzanie zmian stałych oraz w sytuacjach nietypowych,
- strefowość oświetlenia - możliwość załączania i wyłączania ręcznego lub automatycznego (w zależności od obecności osób) oświetlenia w logicznie wydzielonych częściach pomieszczeń użytkowych lub stref ogólnodostępnych.

Projekt systemu regulacji oświetlenia powinien być uzgodniony z użytkownikiem obiektu i powinien uwzględniać jego preferencje, zwyczajowe zasady użytkowania pomieszczeń oraz dodatkowe uwagi i sugestie mogące poprawić ergonomię użytkowania lub przyczynić się do dalszych oszczędności energii elektrycznej.

Załącznik 4

Zestawienie kosztów

Zestawienie kosztów modernizacji

L.p.	Modernizacja	Koszt brutto
1	Wymiana źródła ciepła na kocioł biomasowy spełniający wytyczne programu. Częściowa modernizacja instalacji centralnego ogrzewania uzupełnienie izolacji instalacji. Montaż urządzeń do miejscowej regulacji temperatury np. regulatorów strefowych współpracujących z systemem zarządzania budynkiem. Montaż automatyki sterującej pracą instalacji.	380 000,00 zł
2	Częściowa modernizacja instalacji C.W.U. Automatyzacja pracy instalacji i podłączenie do systemu zarządzania energią w budynku.	29 675,00 zł
3	Likwidacja części przeszkleń z poliwęglanu na hali sportowej za pomocą np. płyt warstwowych PIR współczynnik przenikania ciepła przegrody $U_{max}=0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$.	45 085,65 zł
4	Wymiana wszystkich okien i luksferów na stolarkę energooszczędną o współczynniku przenikania ciepła $0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$. Wymiana wszystkich drzwi zewnętrznych na stolarkę energooszczędną o współczynniku przenikania ciepła $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$.	1 242 450,92 zł
5	Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych styropianem o współczynniku przewodzenia ciepła $0,036 \text{ W/mK}$ - 10cm. Dołożenie izolacji do istniejącej.	836 323,56 zł
6	Koszty dodatkowe (audyt, nadzór, projekt, ekspertyzy, opinie, koszty przygotowania dokumentacji konkursowej itp.)	135 300,00 zł
7	Wymiana oświetlenia na energooszczędne wraz z wyposażeniem w system regulacji automatycznej oraz montaż instalacji fotowoltaicznej o mocy 31,95 kWp zgodnie z załącznikiem nr 3.	572 856,33 zł
Suma:		3 241 691,46 zł

Załącznik 5

Efekt ekologiczny
termomodernizacji

Roczna oszczędność emisji dwutlenku węgla

	Zużycie energii końcowej przed modernizacją [Gj/rok]	Rodzaj paliwa	Wskaźnik emisji CO2 [kg/GJ*rok]	Emisja CO2 przed modernizacją [tony/rok]	Zużycie energii końcowej po modernizacji [Gj/rok]	Rodzaj paliwa	Wskaźnik emisji CO2 [kg/GJ*rok]	Emisja CO2 po modernizacji [tony/rok]
	2955,87	biomasa [c.o.i c.w.u.]	112,00	331,06	1544,83	biomasa [c.o. i c.w.u.]	112,00	173,02
	182,06	energia elektryczna	196,67	35,80	110,57	energia elektryczna	196,67	21,75
	0,00	-			-99,62	Instalacja fotowoltaiczna	196,67	-19,59
SUMA:	3137,93	-	-	366,86	1555,79	-	-	175,18

Redukcja emisji dwutlenku węgla wynosi: 191,69 ton CO2/rok

źródła wskaźników:

- Wskaźniki emisyjności CO2, SO2, NOX, CO I Pyłu całkowitego dla energii elektrycznej, KOBiZE, grudzień 2022r.
- Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO2 (WE) w roku 2020 do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2023, KOBiZE, grudzień 2022r.

Załącznik 6

Wskaźniki rezultatów

L.p.		ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ						
		STAN PRZED MODERNIZACJĄ		STAN PO MODERNIZACJI		RÓŻNICA (kol. 3 - kol. 5) (kol. 4 - kol. 6)		Efekt energetyczny
		MWh/rok	GJ/rok	MWh/rok	GJ/rok	MWh/rok	GJ/rok	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Zapotrzebowanie na energię ciepłą c.o. i c.w.u.	821,08	2955,87	429,12	1544,83	391,95	1411,04	47,74%
2	Energia elektryczna z sieci elektroenergetycznej zużyta na potrzeby budynku	50,57	182,06	30,72	110,57	19,86	71,48	39,26%
3	Energia elektryczna wyprodukowana na miejscu ze źródeł oze (PV), zużyta na potrzeby budynku	0,00	0,00	27,67	99,62	-27,67	-99,62	-
C.O. i C.W.U. ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ PIERWOTNĄ		164,22	591,17	85,82	308,97	411,81	282,21	-
Energia elektryczna ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ PIERWOTNĄ (z uwzględnieniem PV)		151,71	546,17	9,13	32,88	142,58	513,29	-
REDUKCJA ENERGII PIERWOTNEJ SUMA						554,39	795,50	

Wskaźniki produktu i rezultatów		
Wskaźnik	Jednostka miary	Wartość
Roczne zużycie energii pierwotnej przed modernizacją (tzw. wartość bazowa lub wartość odniesienia)	MWh/rok	315,93
Roczne zużycie energii pierwotnej po modernizacji (cel końcowy)	MWh/rok	94,96
Oszczędności energii pierwotnej	%	69,94
Szacowana emisja gazów cieplarnianych przed modernizacją (tzw. wartość bazowa lub wartość odniesienia)	tony równoważnika CO2/rok	366,86
Szacowana emisja gazów cieplarnianych po modernizacji (cel końcowy)	tony równoważnika CO2/rok	175,177
Produkcja energii elektrycznej z nowo wybudowanych/nowych mocy wytwórczych instalacji wykorzystujących OZE	MWhe/rok	27,67
Ilość zaoszczędzonej energii elektrycznej	MWh/rok	19,86
Ilość zaoszczędzonej energii cieplnej	MWh/rok	391,95
Ilość zaoszczędzonej energii elektrycznej i cieplnej	MWh/rok	411,81