


1. Dane identyfikacyjne budynku										
1.1 Rodzaj budynku:	budynek szkolny - Zespół Szkół Budowlanych w Brzegu, segmenty B, C oraz łączniki				1.2 Rok budowy:	brak danych				
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL*) (*w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości):	Powiat Brzeski				1.4 Adres budynku:	ul.	Kamienna	nr	3	
	ul.	Robotnicza	nr	20		kod:	49-300	mięscowość:	Brzeg	
	kod:	49-300	mięscowość:	Brzeg			powiat:	brzeski	województwo:	opolskie
	tel.	-	fax	-				brzeski	opolskie	
	Pesel:		-							
Nazwa:		-		Nr.	-					
2. Nazwa, adres i numer region firmy wykonującej audyt:										
 MP-Projekt Dąbrówka 13a, 42-110 Popów Regon: 240318331 tel. 692-489-371, 695-46-90-35										
3. Imię i nazwisko, adres oraz numer pesel audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:										
mgr inż. Piotr Chądzyński; 42-110 Popów; Dąbrówka 13a; 78060102196										
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	Jarosław Kozub		obliczenia							
2	Marcin Rosenow		bilans energetyczny budynku, obliczenia							
3	-		-							
4	-		-							
5. Miejsowość:	Dąbrówka		data wykonania opracowania:			1 października 2019 r.				
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 - dane techniczne budynku							str.	6	
5	Inwentaryzacja - uproszczona dokumentacja techniczna - rysunki							str.	7	
6	Inwentaryzacja - opis techniczny elementów budynku i konstrukcji							str.	8	
7	Charakterystyka energetyczna budynku, opłaty, taryfy							str.	9	
8	Inwentaryzacja systemu grzewczego i instalacji							str.	10	
9	Obliczeniowy strumień powietrza wentylacyjnego							str.	11	
10	Ocena stanu technicznego budynku, wskazanie usprawnień							str.	12	
11	Dane klimatyczne, stopniodni							str.	13	
12	Część druga - analiza ekonomiczne poszczególnych usprawnień							str.	14	
13	Analiza ekonomiczna - ciepła woda użytkowa							str.	22	
14	Analiza ekonomiczna - system ciepły							str.	23	
15	Część trzecia - wybór optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, analiza ekonomiczna i energetyczna, wnioski							str.	24	
16	Zestawienie wybranych i zoptymalizowanych usprawnień							str.	25	
17	Prezentacja przyjętych wariantów modernizacji							str.	27	
18	Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu							str.	28	
19	Wnioski							str.	29	
20	Załącznik 1 - bilans cieplny stanu obecnego							str.	30	
21	Załącznik 2 - bilans cieplny optymalnego wariantu							str.	41	
22	Załącznik 3 - analiza zastosowania paneli fotowoltaicznych							str.	53	
23	Załącznik 4 - wymiana oświetlenia wewnętrznego							str.	61	
24	Załącznik 5 - wyliczenie efektu ekologicznego							str.	70	

Budynek w całości

1. Dane ogólne		stan przed modernizacją	stan po modernizacji
1.	Konstrukcja / technologia budynku:	tradycyjna	tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji:	3	3
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	9 221,80	9 221,80
4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	2 788,18	2 788,18
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m ²]	0,00	0,00
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	2 788,18	2 788,18
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	300	300
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	Podgrzewacze elektryczne	Pompy ciepła powietrze-woda
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Ogrzewanie centralne z miejskiej sieci ciepłowniczej za pośrednictwem węzła ciepłowego	Ogrzewanie centralne z miejskiej sieci ciepłowniczej za pośrednictwem węzła ciepłowego
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,62	0,62
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	budynek szkolny	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne		[W/(m ² K)]	
		stan przed modernizacją	stan po modernizacji
1.	Drzwi zewnętrzne do wymiany	3,60	1,30
2.	Drzwi zewnętrzne wymienione	1,80	1,30
3.	Okna do wymiany	3,12	0,90
4.	Okna energooszczędne	1,80	1,80
5.	Podłoga na gruncie	0,50	0,50
6.	Podłoga w piwnicy	0,40	0,40
7.	Strop piwnic nieogrzewanych	1,02	0,24
8.	Stropodach niewentylowany	1,30	0,14
9.	Stropodach wentylowany	1,30	0,15
10.	Ściana zewnętrzna do docieplenia	1,14	0,18
11.	Ściana zewnętrzna bez docieplenia	1,18	1,18
12.	Ściana przy gruncie do docieplenia	0,68	0,14
13.	Ściana przy gruncie bez docieplenia	0,68	0,68
3. Sprawności składowe systemu grzewczego			
1.	Sprawność wytwarzania	0,91	0,91
2.	Sprawność przesyłania	0,90	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,77	0,93
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia:	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby:	1,00	1,00
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania	0,96	3,00
2.	Sprawność przesyłania	0,80	0,80
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji	0,60	0,95
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	nieszczelności stolarki / kanały grawitacyjne	nieszczelności stolarki / kanały grawitacyjne
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	11 007	10 796
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	1,19	1,17

Budynek w całości

6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	308,47	215,66
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	18,62	18,62
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1 519,90	830,47
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)[GJ/rok]	2 410,13	1 022,18
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	183,22	37,03
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie, przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	2 186,0	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	2 186,0	-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m2rok)]	151,5	82,8
9.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m2rok)]	240,3	101,9
10.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,0	4,98%
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1a.	Cena 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku [zł/GJ]	39,56	39,56
1.b	Cena 1 GJ na produkcję c.w.u.	194,44	194,44
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewania na miesiąc [zł/(MW m-c)]	14 222,17	14 222,17
3.	Koszt przygotowania 1m ³ ciepłej wody użytkowej [zł/m ³]	32,33	6,53
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]	4,42	2,31
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m2 m-c]	-	-
7.	Inne [zł]	-	-
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego*			
Planowana kwota kredytu [zł]:	1 612 395,75	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	58,39%
Planowane koszty całkowite [zł]	1 612 395,75	Premia termomodernizacyjna [zł]	-
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	115 236,76		

* Doliczono nakłady i efekty wynikające z modernizacji instalacji oświetleniowej i montażu instalacji fotowoltaicznej

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

1. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. nr 43 z dn. 18.03.2009 r., poz. 346), ostatnia zmiana 3 września 2015 r.
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. nr 75 z dn. 15.06.2002 r., poz. 690 z późn. zmianami).
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. 2014 poz. 888 z późn. zm.).
4. Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (Dz.U. nr 223 z dn. 18.12.2008 r., poz 1459).
5. Ustawa z dnia 15 kwietnia 2011r. o efektywności energetycznej (Dz. U. nr 94 poz. 551 z późn. zm.).
6. ustawa z dnia 29 sierpnia 2014r. o charakterystyce energetycznej budynków (Dz. U. 2014 poz. 1200 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

Wymagany opór cieplny R dla przegród po modernizacji przyjęto dla Warunków Technicznych mających obowiązywać po roku 2021.

Niniejszy audyt nie dotyczy segmenty A budynku.





Część pierwsza

Dane inwentaryzacyjne, wyznaczenie
niezbędnych usprawnień
termomodernizacyjnych

Inwentaryzacja - dane techniczne budynku

Powierzchnia przegród zewnętrznych według rodzaju		
Drzwi zewnętrzne do wymiany	[m ²]	6,8
Drzwi zewnętrzne wymienione	[m ²]	5,8
Okna do wymiany	[m ²]	80,6
Okna energooszczędne	[m ²]	367,4
Podłoga na gruncie	[m ²]	470,8
Podłoga w piwnicy	[m ²]	1 253,3
Strop piwnic nieogrzewanych	[m ²]	148,3
Stropodach niewentylowany	[m ²]	567,2
Stropodach wentylowany	[m ²]	596,9
Ściana zewnętrzna do docieplenia	[m ²]	718,0
Ściana zewnętrzna bez docieplenia	[m ²]	1 117,1
Ściana przy gruncie do docieplenia	[m ²]	109,8
Ściana przy gruncie bez docieplenia	[m ²]	251,4
Wysokości		
Zagłębienie w gruncie	[m]	1,00
Najczęstsza wysokość w świetle	[m]	3,20
Wysokość piwnicy w świetle	[m]	2,60
Najczęstsza wysokość brutto	[m]	3,50
Inne dane techniczne		
liczba mieszkań	[szt.]	0
Liczba użytkowników		300
Liczba kondygnacji	[szt.]	3
Liczba klatek schodowych	[szt.]	4
Dane powierzchniowe budynku		
Powierzchnia użytkowa pomieszczeń mieszkalnych	[m ²]	0,00
Powierzchnia użytkowa pomieszczeń niemieszkalnych	[m ²]	2 788,18
Powierzchnia poddasza ogrzewanego	[m ²]	0,0
Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych pozostałych	[m ²]	0,0
Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych netto	[m ²]	2 788,2
Powierzchnia zabudowy	[m ²]	1 078,7
Całkowita powierzchnia brutto	[m ²]	3 236,2
Powierzchnia użytkowa	[m ²]	2 788,18
Dane kubaturowe budynku		
Kubatura netto ogrzewana	[m ³]	9 222
Całkowita kubatura brutto	[m ³]	13 833
Współczynnik kształtu A/V [1/m]		0,62

Opis do uproszczonej dokumentacji technicznej budynku
Użyteczności publicznej - Zespół Szkół Budowlanych ul. Kamienna 3

<p>Dane ogólne, forma architektoniczna</p>		<p>Kompleks budynków „A” „B” i „C” połączonych łącznikami, wpisany do rejestru zabytków. Budynek „A” został wyłączony z niniejszego opracowania z uwagi na ustalenia z Inwestorem. budynek B - jednokondygnacyjny oraz budynek C - dwukondygnacyjny, Budynki C w całości podpiwniczony, budynek B częściowo podpiwniczony.</p>
<p>Konstrukcja budynku, technologia wykonania</p>		<p>Budynki murowane tradycyjnie z cegły ceramicznej. Stropy gęstożebrowe i drewniane. Dachy płaskie kryte papą.</p>
<p>Charakterystyka funkcjonalno- przestrzenna</p>		<p>Obiekt wykorzystywany na cele edukacyjne. W budynku znajdują się pomieszczenia edukacyjne, administracyjne, zaplecze gastronomiczne oraz sala sportowa.</p>
<p>Przegrody ze- wnętrzne - stan techniczny</p>		<p>Stolarka okienna częściowo wymieniona. Stolarka drewniana w złym stanie technicznym. Elewacje części budynku B licowane cegłą ceramiczną w dostatecznym stanie technicznym. Budynek C pokryty tynkiem typu baranek w złym stanie technicznym.</p>

Inwentaryzacja - charakterystyka energetyczna budynku

Zużycie energii cieplnej za lata poprzednie

Sumaryczne średnie zużycie ciepła na ogrzewanie za lata poprzednie	[GJ/a]	2 186,0
Za okres	-	2013 r.
Sumaryczne średnie zużycie ciepła na produkcję c.w.u. za lata poprzednie	[GJ/a]	Brak danych
Za okres	-	-

Koszty jednostkowe energii cieplnej na cele c.o. (taryfa przedsiębiorstwa ciepłowniczego)

Oplata stała	[PLN/MW*m-c]	14 222,17 zł
Oplata zmienna	[PLN/GJ]	39,56 zł

Koszty jednostkowe energii (energia elektryczna)

Oplata zmienna za energię elektryczną	[PLN/kWh]	0,7000 zł
Oplata zmienna za energię elektryczną	[PLN/GJ]	194,44 zł

Procentowy udział poszczególnych źródeł energii cieplnej w bilansie c.w.u. budynku

Rodzaj źródła	Liczba użytkowników	Udział procentowy
Energia elektryczna	300	100%
SUMA	300	100%

Koszty jednostkowe energii cieplnej na cele c.o.

Oplata stała	[PLN/MW*m-c]	14 222,17 zł
Oplata zmienna	[PLN/GJ]	39,56 zł

Koszty jednostkowe energii cieplnej na cele c.w.u.

Oplata stała	[PLN/MW*m-c]	0,00 zł
Oplata zmienna	[PLN/GJ]	194,44 zł

Inwentaryzacja - charakterystyka systemu grzewczego oraz instalacji

System grzewczy		
Rodzaj zasilania budynku, opis urządzeń	Budynek zasilany w ciepło z miejskiej sieci ciepłowniczej za pośrednictwem węzła cieplnego zlokalizowanego w segmencie A (część budynku poza opracowaniem). Instalacja c.o. głównie na bazie grzejników żeliwnych starego typu oraz rur stalowych ożebrowanych. Nieliczne grzejniki stalowe (w pomieszczeniach fitness). Brak zaworów termostatycznych na grzejnikach. Izolacja przewodów grzewczych szczątkowa.	
Sposób użytkowania	Zakłada się, że system pracuje bez dobowych i godzinowych przerw w ogrzewaniu.	
Modernizacje systemu po roku 1984	Montaż nielicznych grzejników stalowych.	
Instalacja centralnego ogrzewania budynku		
Zasilanie instalacji	pompowe	
Parametry wody instalacyjnej	[st. C]	90/70
Rodzaj grzejników / usytuowanie	żeliwne, typu favier i stalowe usytuowane pod oknami	
Rodzaj przewodów instalacyjnych	stalowe	
Zawory z głowicami termostatycznymi	-	
Zawory regulacyjne podpionowe	-	
Dodatkowa izolacja za grzejnikami	-	
Prowadzenie / izolacja pionów	po wierzchu / brak izolacji	
Prowadzenie / izolacja poziomów	po wierzchu / izolacja w złym stanie technicznym	
Sprawności składowe systemu grzewczego przed modernizacją		
Sprawność wytwarzania	-	0,91
Sprawność przesyłania	-	0,90
Sprawność regulacji i wykorzystania	-	0,77
Sprawność akumulacji	-	1,00
Współczynnik przerw tygodniowych	-	1,00
Współczynnik przerw dobowych	-	1,00
Instalacja ciepłej wody użytkowej		
Sposób przygotowania c.w.u., opis urządzeń	Przygotowanie c.w.u. w węzłach sanitarnych za pomocą elektrycznych podgrzewaczy akumulacyjnych.	
Rodzaj przewodów c.w.u.	Stalowe	
Perlatory na wylewkach	Nie zamontowane	
Instalacja wentylacyjna i spalinowa		
Rodzaj instalacji wentylacyjnej	Wentylacja grawitacyjna - wyciąg powietrza za pomocą przewodów grawitacyjnych. Nawiew powietrza poprzez nieszczelności stolarki okiennej i drzwiowej.	
Obliczeniowa ilość powietrza wentylacyjnego	-	11 007
Średni współczynnik c _r dla budynku	-	1,00
Strumień powietrza wentylacyjnego	-	11 007

Inwentaryzacja - obliczeniowa ilość powietrza wentylacyjnego

Pomieszczenia				
Kondygnacja	Rodzaj pomieszczenia	Kubatura [m ³]	Krotność wymiany powietrza [1/h]	Sumaryczna ilość powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]
	Całość budynku	9221,8	1,19	11007
SUMA				11007
Wielkości sumarycznie				
Obliczeniowa ilość powietrza wentylacyjnego			[m ³ /h]	11007
Średni współczynnik korekcyjny (c_{r, c_w})			-	1,00
Strumień powietrza wentylacyjnego przed modernizacją			[m ³ /h]	11007

Stan techniczny budynku, wskazanie przedsięwzięć termomodernizacyjnych

System grzewczy		
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
Zasilanie budynku	Budynek zasilany z węzła ciepłowniczego zlokalizowanego w piwnicy budynku A.	Modernizacja instalacji c.o. - wymiana orurowania, montaż grzejników stalowych płytowych z zaworami termostatycznymi. Izolacja przewodów grzewczych. Montaż zaworów podpiwnowych lub automatycznych regulatorów strefowych. Regulacja hydrauliczna instalacji.
Poziomy c.o. w piwnicy	Zły stan techniczny izolacji.	
Urządzenia wykonawcze grzejniki c.o.	W większości grzejniki żeliwne oraz rury ożebrowane typu favier. Nieliczne grzejniki stalowe (pomieszczenia fitness). Brak zaworów termostatycznych.	
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
Ściany zewnętrzne	Budynek wpisany do rejestru zabytków decyzją Konserwatora Zabytków nr 2260/91 z 02.04.1991r. Do docieplenia przewidziano wyłącznie ściany zewnętrzne budynku C oraz łącznika między budynkami B i C. Części budynku B licowane cegłą ceramiczną w dostatecznym stanie technicznym. Budynek C pokryty tynkiem typu baranek w złym stanie technicznym.	Docieplenie ścian zewnętrznych budynku C oraz łącznika między budynkami B i C za pomocą styropianu lub wełny mineralnej o współczynnika przewodzenia ciepła maksymalnie 0,031 W/mK. Docieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie budynku C oraz łącznika między budynkami B i C za pomocą styropianu hydrofobowego o współczynnika przewodzenia ciepła maksymalnie 0,031 W/mK. Inwestor przewiduje wykonanie zielonej ściany na części docieplanej elewacji budynku.
Stolarka okienna	Stolarka okienna częściowo wymieniona. Stolarka drewniana w złym stanie technicznym.	Wymiana okien drewnianych na stolarkę energooszczędną o współczynnika przenikania ciepła 0,9 W/m ² K. Montaż okien z nawiewnikiem higrosterowanym na sali gimnastycznej.
Stolarka drzwiowa	Drzwi zewnętrzne drewniane w złym stanie technicznym. Nieliczne drzwi wymienione w dostatecznym stanie technicznym.	Wymiana drzwi zewnętrznych starego typu na energooszczędne o współczynnika przenikania ciepła 1,3 W/m ² K.
Dach / stropodach	Stropodach niewentylowany nad budynkiem B i łącznikiem między budynkami A i B nieocieplony, dostateczny stan techniczny pokrycia dachowego. Stropodach wentylowany nad budynkiem C nieocieplony, dostateczny stan techniczny pokrycia dachowego.	Docieplenie stropodachu niewentylowanego od zewnątrz za pomocą styropianu o współczynnika przewodzenia ciepła 0,031 W/mK w formie styropapy. Docieplenie stropodachu wentylowanego za pomocą granulatu wełny mineralnej o współczynnika przewodzenia ciepła maksymalnie 0,042 W/mK.
Strop piwnic	Strop piwnic nieocieplony.	Docieplenie stropu nieogrzewanych piwnic za pomocą wełny mineralnej o współczynnika przewodzenia ciepła maksymalnie 0,032 W/mK.
Instalacja c.w.u.		
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
c.w.u.	Wytwarzanie miejscowe, dostateczny stan techniczny urządzeń.	Montaż pomp ciepła powietrze - woda na cele c.w.u. Montaż instalacji c.w.u. w węzłach sanitarnych w budynku wraz z doprowadzeniem przewodów do punktów poboru.
Wentylacja		
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
Wentylacja	Niedobór powietrza wentylacyjnego na sali gimnastycznej.	Montaż nawiewników higrosterowanych w wymienianych oknach na sali gimnastycznej.

Dane klimatyczne, stopniodni

Normowa temp. w pomieszczeniach użytkowych =												20,0	[°C]
Stacja meteorologiczna: Opole													
Miesiąc:	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
T _e (m) - Średnia wieloletnie temp. miesiąca [°C]	-0,6	-0,2	4,3	8,9	12,9	17,7	16,9	18,4	13,9	9,4	4,7	0,3	
Ld(m) - liczba dni ogrzewanych	31	28	31	30	5	0	0	0	5	31	30	31	
Oblicz. temperatura zew., T _{emin} [°C]	-20												

Temp. wew.	Liczba stopniodni w roku	Liczba stopniodni w danym miesiącu											
Sd_10°C	1 302	328,6	285,6	176,7	33,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,6	159,0	300,7
Sd_25°C	4 598	793,6	705,6	641,7	483,0	60,5	0,0	0,0	0,0	55,5	483,6	609,0	765,7
Sd_22°C	3 932	700,6	621,6	548,7	393,0	45,5	0,0	0,0	0,0	40,5	390,6	519,0	672,7
Sd_20°C	3 488	638,6	565,6	486,7	333,0	35,5	0,0	0,0	0,0	30,5	328,6	459,0	610,7
Sd_18°C	3 044	576,6	509,6	424,7	273,0	25,5	0,0	0,0	0,0	20,5	266,6	399,0	548,7
Sd_16°C	2 600	514,6	453,6	362,7	213,0	15,5	0,0	0,0	0,0	10,5	204,6	339,0	486,7
Sd_12°C	1 726	390,6	341,6	238,7	93,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	80,6	219,0	362,7
Sd_8°C	949	266,6	229,6	114,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	99,0	238,7
Sd_4°C	375	142,6	117,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	114,7

Część druga

**Analiza ekonomiczna poszczególnych
usprawnień termomodernizacyjnych,
optymalizacja usprawnień**

**Wybór optymalnego wariantu docieplenia
ścian zewnętrznych nadziemnych budynku C oraz łącznika między budynkami C i B**

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	14 222,17	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	39,56	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	$t_{zo} =$	-20,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 488	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	1,14	W/(m ² ×K)
Powierzchnia ścian - powierzchnia zewnętrzna netto po odjęciu otworów okiennych i drzwiowych	$A_{\text{śc}} =$	718,0	m ²
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	18,75	(zł×K)/W×a

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych budynku C oraz łącznika między budynkami C i B za pomocą styropianu lub wełny mineralnej o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031$ W/mK. Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość izolacji równą 15 cm. Inwestor przewiduje dodatkowo wykonanie zielonej ściany na fragmencie elewacji. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszystkie ceny zawierają podatek VAT 23 %.

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	DR	U_m	DO_{rU}	SPBT	Nu
Docieplenie ścian - styropian o współczynniku przewodzenia ciepła 0,032 W/mK - 15 cm	304,43 zł/m ²	4,84	0,175	13 030,90 zł	16,774	218 577,15 zł
Docieplenie ścian - styropian o współczynniku przewodzenia ciepła 0,032 W/mK - 16 cm	307,50 zł/m ²	5,16	0,166	13 156,81 zł	16,781	220 785,00 zł
Docieplenie ścian - styropian o współczynniku przewodzenia ciepła 0,032 W/mK - 14 cm	301,35 zł/m ²	4,52	0,185	12 889,92 zł	16,786	216 369,30 zł
Docieplenie ścian - styropian o współczynniku przewodzenia ciepła 0,032 W/mK - 12 cm	295,20 zł/m ²	3,87	0,211	12 550,45 zł	-	211 953,60 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 5,714$ m ² K/W jest większy od wymaganego wynoszącego $R_{min} = 5,0$ m ² K/W.						

Legenda:

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

DO_{rU} [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 zewnętrznych, określony zgodnie z Polską Normą po dociepleniu

**Wybór optymalnego wariantu docieplenia
ścian zewnętrznych kondygnacji piwnicznej - ściany przy gruncie**

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	14 222,17	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	39,56	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	$t_{zo} =$	-20,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 488	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	0,68	W/(m ² ×K)
Powierzchnia ścian - powierzchnia zewnętrzna netto po odjęciu otworów okiennych i drzwiowych	$A_{sc} =$	109,8	m ²
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	18,75	(zł×K)/W×a

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji piwnicznej przy gruncie za pomocą styropianu ekstrudowanego o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031$ W/mK. Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość docieplenia równą 15 cm. Grubość docieplenia o grubości 12 cm nie spełnia warunków rozporządzenia. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszystkie ceny zawierają podatek VAT 23 %.

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	DR	U_m	DO_{rU}	SPBT	Nu
Docieplenie ścian fundamentowych - styropian ekstrudowany - 15 cm	433,94 zł/m ²	4,69	0,136	1 117,86 zł	42,624	47 647,05 zł
Docieplenie ścian fundamentowych - styropian ekstrudowany - 16 cm	439,60 zł/m ²	5,00	0,129	1 132,27 zł	42,630	48 268,30 zł
Docieplenie ścian fundamentowych - styropian ekstrudowany - 14 cm	428,78 zł/m ²	4,38	0,143	1 103,45 zł	42,666	47 079,82 zł
Docieplenie ścian fundamentowych - styropian ekstrudowany - 12 cm	418,20 zł/m ²	3,75	0,162	1 064,33 zł	-	45 918,36 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 7,353$ m ² K/W jest większy od wymaganego wynoszącego $R_{min} = 5,0$ m ² K/W.						

Legenda:

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

DO_{rU} [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 zewnętrznych, określony zgodnie z Polską Normą po dociepleniu

Wybór optymalnego wariantu docieplenia stropodachu niewentylowanego

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	14 222,17	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	39,56	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	$t_{zo} =$	-20,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 488	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	1,30	W/(m ² ×K)
Powierzchnia stropu/dachu/podłogi poddasza	$A =$	567,2	m ²
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	18,75	(zł×K)/W×a

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie stropodachu niewentylowanego styropianem o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031$ W/mK w formie styropapy. Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość izolacji równą 20 cm. Docieplenie o grubości 15 i 18 cm nie spełnia wymogów rozporządzenia. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszystkie ceny zawieraia podatek VAT 23 %.

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	DR	U_m	DO_{rU}	SPBT	Nu
Docieplenie stropodachu od zewnątrz - styropian - 20 cm	266,91 zł/m ²	6,45	0,139	12 373,22 zł	12,235	151 391,35 zł
Docieplenie stropodachu od zewnątrz - styropian - 22 cm	287,00 zł/m ²	7,10	0,127	12 494,05 zł	13,029	162 786,40 zł
Docieplenie stropodachu od zewnątrz - styropian - 15 cm	233,70 zł/m ²	4,84	0,178	11 949,48 zł	-	132 554,64 zł
Docieplenie stropodachu od zewnątrz - styropian - 18 cm	252,15 zł/m ²	5,81	0,152	12 228,67 zł	-	143 019,48 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 7,22$ m ² K/W jest większy od wymaganego wynoszącego $R_{min} = 6,6$ m ² K/W.						

Legenda:

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

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

Nu [zł]- Planowane koszty robót

DR 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 docieplenia stropodachu wentylowanego

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	14 222,17	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	39,56	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	$t_{zo} =$	-20,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 488	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	1,30	W/(m ² ×K)
Powierzchnia stropu/dachu/podłogi poddasza	$A =$	596,9	m ²
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	18,75	(zł×K)/W×a

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie stropodachu wentylowanego luźną wełną mineralną o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,042$ W/mK - metoda pneumatyczna. Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość izolacji równą 25 cm. Docieplenie o grubości 20 cm nie spełnia wymogów rozporządzenia. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszystkie ceny zawierają podatek VAT 23 %.

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	DR	U_m	DO_{rU}	SPBT	Nu
Docieplenie stropodachu wentylowanego - luźna wełna mineralna 25 cm	74,42 zł/m ²	5,95	0,149	12 905,52 zł	3,442	44 419,81 zł
Docieplenie stropodachu wentylowanego - luźna wełna mineralna 30 cm	77,50 zł/m ²	7,14	0,126	13 156,12 zł	3,516	46 258,20 zł
Docieplenie stropodachu wentylowanego - luźna wełna mineralna 35 cm	81,00 zł/m ²	8,33	0,110	13 341,15 zł	3,624	48 347,28 zł
Docieplenie stropodachu wentylowanego - luźna wełna mineralna 20 cm	71,34 zł/m ²	4,76	0,181	12 547,04 zł	-	42 581,42 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 6,72$ m ² K/W jest większy od wymaganego wynoszącego $R_{min} = 6,66$ m ² K/W.						

Legenda:

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

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

Nu [zł]- Planowane koszty robót

DR 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 docieplenia stropu piwnic nieogrzewanych

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	14 222,17	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	39,56	zł/GJ
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{wo} =$	10,0	°C
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą	$t_{zo} =$	20,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	1 953	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	1,02	W/(m ² ×K)
Powierzchnia stropu/dachu/podłogi poddasza	$A =$	148,3	m ²
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	4,97	(zł×K)/W×a

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie stropu wełną mineralną o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,032$ W/mK . Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość izolacji równą 10 cm. Docieplenie grubością 8 cm nie spełnia wymogów rozporządzenia. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszystkie ceny zawierają podatek VAT 23 %.

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	DR	U_m	DO_{rU}	SPBT	Nu
Docieplenie stropu piwnic - wełna mineralna - 10 cm	204,18 zł/m ²	3,13	0,244	572,11 zł	52,916	30 273,77 zł
Docieplenie stropu piwnic - wełna mineralna - 12 cm	218,94 zł/m ²	3,75	0,211	595,82 zł	54,483	32 462,23 zł
Docieplenie stropu piwnic - wełna mineralna - 14 cm	241,08 zł/m ²	4,38	0,187	614,00 zł	58,216	35 744,93 zł
Docieplenie stropu piwnic - wełna mineralna - 8 cm	196,80 zł/m ²	2,50	0,287	539,88 zł	-	29 179,54 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 4,105$ m ² K/W jest większy od wymaganego wynoszącego $R_{min} = 4,0$ m ² K/W.						

Legenda:

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

DO_{rU} [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 zewnętrznych, określony zgodnie z Polską Normą po dociepleniu

Wybór optymalnego wariantu wymiany drewnianej stolarki okiennej w całym budynku

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	14 222,17	zł/(MW)×miesiąc]
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	39,56	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 Polska Norma	$t_{zo} =$	-20,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 488	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	3,12	W/(m ² ×K)
Powierzchnia okien do wymiany	$A =$	80,6	m ²
Współczynniki przepływu powietrza przez szczeliny okien lub drzwi przed i po termomodernizacji, określone w oparciu o Tabelę 1 z rozporządzenia MI	$a_0 =$	2,00	[m ³ /(m·h·daPa ^{2/3})]
	$a_1 =$	0,30	
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cr_0 =$	1,20	-
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	-

	Cena jednostkowa	CR	U_m	DO_{rU}	SPBT	Nu
Wymiana okien drewnianych na stolarkę PCV, $U = 0,9$ W/m ² K	996,30 zł/m ²	1,00	0,90	4 963,80 zł	16,186	80 341,63 zł
Wymiana okien drewnianych na stolarkę PCV, $U = 1,1$ W/m ² K	971,70 zł/m ²	1,00	1,30	4 359,02 zł	17,976	78 357,89 zł
Wymiana okien drewnianych na stolarkę PCV, $U = 1,3$ W/m ² K	947,10 zł/m ²	1,00	1,60	3 905,44 zł	19,556	76 374,14 zł
Wymiana okien drewnianych na stolarkę PCV, $U = 1,5$ W/m ² K	922,50 zł/m ²	1,00	1,80	3 603,05 zł	20,646	74 390,40 zł

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się wymianę wszystkich okien drewnianych na stolarkę energooszczędną PCV. Zaleca się montaż nawiewników higrosterowanych w oknach na sali gimnastycznej. 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. Wszystkie ceny zawierają podatek VAT 23 %.

Legenda:

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

DO_{rU} [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 zewnętrznych, określony zgodnie z Polską Normą po dociepleniu

Wybór optymalnego wariantu wymiany stolarki drzwiowej zewnętrznej

Dane ogólne do obliczeń

Opiata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	14 222,17	zł/(MW) ×miesiąc]
Opiata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	39,56	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	$t_{zo} =$	-20,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 488	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	3,60	W/(m ² ×K)
Powierzchnia drzwi do wymiany	$A =$	6,8	m ²
Współczynniki przepływu powietrza przez szczeliny okien lub drzwi przed i po termomodernizacji, określone w oparciu o Tabelę 1 z rozporządzenia MI	$a_0 =$	4,00	[m ³ /(m·h·daPa ^{2/3})]
	$a_1 =$	0,30	
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cr_0 =$	1,20	-
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	DO _{ru}	SPBT	Nu
Wymiana drzwi na stolarkę energooszczędną specjalną, U = 1,3 W/m ² K	2 552,00 zł/m ²	1,00	1,30	294,96 zł	59,179	17 455,68 zł
Wymiana drzwi na stolarkę energooszczędną, U = 1,7 W/m ² K	2 206,00 zł/m ²	1,00	1,70	243,67 zł	61,925	15 089,04 zł

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się wymianę drzwi zewnętrznych starego typu 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_{ru})

DO_{ru} [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 zewnętrznych, określony zgodnie z Polską Normą po dociepleniu

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

Dane ogólne do obliczeń:

$O_{m0} =$	0,00	[zł/(MW ×miesiąc)]	Opiata za 1MW mocy zamówionej przed modernizacją
$O_{z0} =$	194,44	[zł/GJ]	Opiata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej przed modernizacją
$O_{m1} =$	0,00	[zł/GJ]	Opiata za 1MW mocy zamówionej po modernizacji
$O_{z1} =$	194,44	[zł/GJ]	Opiata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej po modernizacji
$Q_{ocw} =$	183,2	[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]	
$q_{ocw} =$	18,6	[kW]	Zapotrzebowanie na moc ciepłą 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
DOr_{cw}		[zł/a]	Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku uprawnienia termomodernizacyjnego
Ncw		[zł]	Planowane koszty robót

Q_1	q_1	DOr_{cw}	SPBT	Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	Ncw
37,0	18,6	28 425,73	1,583	Montaż pomp ciepła powietrze - woda na cele c.w.u. Montaż instalacji c.w.u. w węzłach sanitarnych w budynku wraz z doprowadzeniem przewodów do punktów poboru.	-	45 000,00 zł
183,2	18,6	0,00	-	Brak modernizacji systemu c.w.u.	-	0,00 zł

- optymalne usprawnienie systemu c.w.u.

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

0,55 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
1,533499 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.
46,08 %	Średnia sprawność wytwarzania c.w.u.
183,2 GJ/a	Średnie roczne zapotrzebowanie na ciepło c.w.u. dla budynku
0,153 m ³ /h	Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. dla budynku ($Q_{\text{śrh}}$)
2,317 -	Współczynnik nierównomierności rozbioru wody
0,355 m ³ /h	Maksymalne godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. dla budynku (Q_{maxh})
0 dm ³	Rzeczywista pojemność zasobników c.w.u.
18,6 kW	Moc ciepła dla potrzeb c.w.u. bez uwzględnienia akumulacji (q_{maxh})
18,6 kW	Moc ciepła 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.	0,96	3,00
Sprawność przesyłu c.w.u.	0,80	0,80
Sprawność akumulacji c.w.u.	0,60	0,95

Wybór optymalnego wariantu modernizacji systemu grzewczego

Dane ogólne do obliczeń:

$O_m =$	14 222,17	[zł/(MW ×miesiąc)]	Opłata za 1MW mocy zamówionej przed modernizacją
$O_{m1} =$	14 222,17	[zł/(MW ×miesiąc)]	Opłata za 1MW mocy zamówionej po modernizacji systemu grzewczego
$O_z =$	39,56	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej przed modernizacją
$O_{z1} =$	39,56	[zł/GJ]	Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej po modernizacji systemu grzewczego
$Q_{oco} =$	1 519,9	[GJ]	Sezonowe zapotrzebowanie budynku na ciepło przed termomodernizacją, określone zgodnie z Polską Normą
$q_0 =$	308,5	[kW]	Zapotrzebowanie na moc ciepłą budynku
$h_0 =$	0,63	-	Sprawność ogólna systemu przed modernizacją
w_{t0}	1,00	-	Współczynnik określający przerwyw ogrzewaniu w okresie tygodnia
w_{d0}	1,00	-	Współczynnik określający przerwyw ogrzewaniu w okresie doby
SPBT		[lata]	Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych
DO_{rU}		[zł/a]	Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego
Nu		[zł]	Planowane koszty robót

DO_{rU}	h_1	q_1	h_g	h_d	h_e	h_s	w_{t1}	w_{d1}	Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	SPBT	N_{co}
21 337,23	0,81	308,5	0,91	0,96	0,93	1,00	1,00	1,00	Modernizacja instalacji c.o. - wymiana orurowania, montaż grzejników stalowych płytowych z zaworami termostatycznymi. Izolacja przewodów grzewczych. Montaż zaworów podpionowych lub automatycznych regulatorów strefowych. Regulacja hydrauliczna instalacji.	-	14,74	314 410,91 zł
0,00	0,63	308,5	0,91	0,90	0,77	1,00	1,00	1,00	Brak modernizacji systemu grzewczego.	-	-	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, USZEREKOWANE WEDŁUG ROSNĄCEJ WARTOŚCI SPBT**

L.p.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lata]
1	Montaż pomp ciepła powietrze - woda na cele c.w.u. Montaż instalacji c.w.u. w węzłach sanitarnych w budynku wraz z doprowadzeniem przewodów do punktów poboru.	45 000,00	1,58
2	Docieplenie stropodachu niewentylowanego od zewnątrz - styropian o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK w formie styropapy - 20 cm. Docieplenie stropodachu wentylowanego granulatem wełny mineralnej o współczynniku przewodzenia ciepła 0,042 W/mK - 25 cm.	195 811,16	7,75
3	Wymiana okien drewnianych w budynku na stolarkę energooszczędną o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$. Wymiana drewnianych drzwi zewnętrznych na stolarkę energooszczędną o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$.	97 797,31	18,60
4	Docieplenie ścian zewnętrznych łącznie ze ścianami podziemnymi budynku C oraz łącznika między budynkami B i C za pomocą styropianu o współczynniku 0,031 W/mK (styropianu hydrofobowego w przypadku ścian podziemnych) - 15cm. Inwestor przewiduje wykonanie zielonej ściany na części docieplanej elewacji budynku.	266 224,20	18,82
5	Docieplenie stropu piwnic nieogrzewanych wełną mineralną o współczynniku przewodzenia ciepła 0,032 W/mK - 10 cm.	30 273,77	52,92

L.p.	Rodzaj i zakres pozostałych usprawnień	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lata]
1	Montaż 37 paneli fotowoltaicznych o łącznej mocy czynnej 10, 36kWp na dachu budynku.	98 400,00	15,50
2	Modernizacji instalacji oświetleniowej - wymiana opraw oświetleniowych wraz ze źródłami światła na wykonane w technologii LED.	519 478,40	32,34

Koszty powyższych modernizacji doliczono do kosztów dodatkowych każdego wariantu termomodernizacji.

**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	-	$h_g =$	0,91
2	Przesyłania ciepła, np. izolacja pionów zasilających	Wymiana orurowania, izolacja przewodów zasilających	$h_d =$	0,96
3	Regulacji systemu grzewczego, np. wprowadzenie automatyki pogodowej	Montaż grzejników stalowych płytowych z zaworami termostatycznymi, montaż zaworów podpionowych	$h_e =$	0,93
4	Akumulacji ciepła, np. wprowadzenie zasobnika buforowego	-	$h_s =$	1,00
5	Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	-	$w_t =$	1,00
6	Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu doby	-	$w_d =$	1,00
	Sprawność całkowita systemu grzewczego	-	$h_{whphrhe} =$	0,81

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 (projekt, audyt, nadzór, instalacja oświetleniowa, instalacja PV) [zł]
1	<p>Modernizacja instalacji c.o. - wymiana orurowania, montaż grzejników stalowych płytowych z zaworami termostatycznymi. Izolacja przewodów grzewczych. Montaż zaworów podpionowych lub automatycznych regulatorów strefowych. Regulacja hydrauliczna instalacji.</p> <p>Montaż pomp ciepła powietrze - woda na cele c.w.u. Montaż instalacji c.w.u. w węzłach sanitarnych w budynku wraz z doprowadzeniem przewodów do punktów poboru.</p> <p>Docieplenie stropodachu niewentylowanego od zewnątrz - styropian o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK w formie styropapy - 20 cm. Docieplenie stropodachu wentylowanego granulatem wełny mineralnej o współczynniku przewodzenia ciepła 0,042 W/mK - 25 cm.</p> <p>Wymiana okien drewnianych w budynku na stolarkę energooszczędną o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9$ W/m²K. Wymiana drewnianych drzwi zewnętrznych na stolarkę energooszczędną o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3$ W/m²K.</p> <p>Docieplenie ścian zewnętrznych łącznie ze ścianami podziemnymi budynku C oraz łącznika między budynkami B i C za pomocą styropianu o współczynniku 0,031 W/mK (styropianu hydrofobowego w przypadku ścian podziemnych) - 15cm. Inwestor przewiduje wykonanie żelaznej ściany na części docieplenia elewacji budynku.</p> <p>Docieplenie stropu piwnic nieogrzewanych wełną mineralną o współczynnik przewodzenia ciepła 0,032 W/mK - 10 cm.</p>	215,7	18,6	830,5	37,0	0,812	1059,2	59,16%	662 878,40
1	<p>Modernizacja instalacji c.o. - wymiana orurowania, montaż grzejników stalowych płytowych z zaworami termostatycznymi. Izolacja przewodów grzewczych. Montaż zaworów podpionowych lub automatycznych regulatorów strefowych. Regulacja hydrauliczna instalacji.</p> <p>Montaż pomp ciepła powietrze - woda na cele c.w.u. Montaż instalacji c.w.u. w węzłach sanitarnych w budynku wraz z doprowadzeniem przewodów do punktów poboru.</p> <p>Docieplenie stropodachu niewentylowanego od zewnątrz - styropian o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK w formie styropapy - 20 cm. Docieplenie stropodachu wentylowanego granulatem wełny mineralnej o współczynniku przewodzenia ciepła 0,042 W/mK - 25 cm.</p> <p>Wymiana okien drewnianych w budynku na stolarkę energooszczędną o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9$ W/m²K. Wymiana drewnianych drzwi zewnętrznych na stolarkę energooszczędną o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3$ W/m²K.</p> <p>Docieplenie ścian zewnętrznych łącznie ze ścianami podziemnymi budynku C oraz łącznika między budynkami B i C za pomocą styropianu o współczynniku 0,031 W/mK (styropianu hydrofobowego w przypadku ścian podziemnych) - 15cm. Inwestor przewiduje wykonanie żelaznej ściany na części docieplenia elewacji budynku.</p>	217,3	18,6	846,6	37,0	0,812	1079,1	58,39%	662 878,40
2	<p>Modernizacja instalacji c.o. - wymiana orurowania, montaż grzejników stalowych płytowych z zaworami termostatycznymi. Izolacja przewodów grzewczych. Montaż zaworów podpionowych lub automatycznych regulatorów strefowych. Regulacja hydrauliczna instalacji.</p> <p>Montaż pomp ciepła powietrze - woda na cele c.w.u. Montaż instalacji c.w.u. w węzłach sanitarnych w budynku wraz z doprowadzeniem przewodów do punktów poboru.</p> <p>Docieplenie stropodachu niewentylowanego od zewnątrz - styropian o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK w formie styropapy - 20 cm. Docieplenie stropodachu wentylowanego granulatem wełny mineralnej o współczynniku przewodzenia ciepła 0,042 W/mK - 25 cm.</p> <p>Wymiana okien drewnianych w budynku na stolarkę energooszczędną o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9$ W/m²K. Wymiana drewnianych drzwi zewnętrznych na stolarkę energooszczędną o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3$ W/m²K.</p>	246,3	18,6	1071,3	37,0	0,812	1355,6	47,73%	662 878,40
3	<p>Modernizacja instalacji c.o. - wymiana orurowania, montaż grzejników stalowych płytowych z zaworami termostatycznymi. Izolacja przewodów grzewczych. Montaż zaworów podpionowych lub automatycznych regulatorów strefowych. Regulacja hydrauliczna instalacji.</p> <p>Montaż pomp ciepła powietrze - woda na cele c.w.u. Montaż instalacji c.w.u. w węzłach sanitarnych w budynku wraz z doprowadzeniem przewodów do punktów poboru.</p> <p>Docieplenie stropodachu niewentylowanego od zewnątrz - styropian o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK w formie styropapy - 20 cm. Docieplenie stropodachu wentylowanego granulatem wełny mineralnej o współczynniku przewodzenia ciepła 0,042 W/mK - 25 cm.</p>	254,1	18,6	1126,6	37,0	0,812	1423,8	45,10%	662 878,40
4	<p>Modernizacja instalacji c.o. - wymiana orurowania, montaż grzejników stalowych płytowych z zaworami termostatycznymi. Izolacja przewodów grzewczych. Montaż zaworów podpionowych lub automatycznych regulatorów strefowych. Regulacja hydrauliczna instalacji.</p> <p>Montaż pomp ciepła powietrze - woda na cele c.w.u. Montaż instalacji c.w.u. w węzłach sanitarnych w budynku wraz z doprowadzeniem przewodów do punktów poboru.</p>	308,5	18,6	1519,9	37,0	0,812	1907,8	26,44%	662 878,40
5	<p>Modernizacja instalacji c.o. - wymiana orurowania, montaż grzejników stalowych płytowych z zaworami termostatycznymi. Izolacja przewodów grzewczych. Montaż zaworów podpionowych lub automatycznych regulatorów strefowych. Regulacja hydrauliczna instalacji.</p>	308,5	18,6	1519,9	183,2	0,812	2054,0	20,80%	637 878,40

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) [%]	Optymalna kwota kredytu [zł]/[%]	20% kredytu [zł]	16% kosztów całkowitych [zł]	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii [zł]
1	WARIANT 1	1 612 395,75	99 172,28	59,16%	1 612 395,75	322 479,15	257 983,32	198 344,57
					100,00			
2	WARIANT 2	1 582 121,98	98 097,33	58,39%	1 582 121,98	316 424,40	253 139,52	196 194,66
					100,00			
3	WARIANT 3	1 315 897,78	82 223,03	47,73%	1 315 897,78	263 179,56	210 543,64	164 446,06
					100,00			
4	WARIANT 4	1 218 100,47	78 185,04	45,10%	1 218 100,47	243 620,09	194 896,08	156 370,07
					100,00			
5	WARIANT 5	1 022 289,31	49 762,97	26,44%	1 022 289,31	204 457,86	163 566,29	99 525,95
					100,00			
6	WARIANT 6	952 289,31	21 337,24	20,80%	952 289,31	190 457,86	152 366,29	42 674,49
					100,00			

Wnioski

1. Budynek charakteryzuje się wysokim zapotrzebowaniem na energię cieplną i moc szczytową wynikającym ze słabej termoizolacyjności przegród budowlanych.
2. Budynek znajduje się w złym stanie technicznym i wymaga przeprowadzenia gruntownych prac remontowych

Zalecane w wyniku przeprowadzonych analiz usprawnienia:

Modernizacja instalacji c.o. - wymiana orurowania, montaż grzejników stalowych płytowych z zaworami termostatycznymi. Izolacja przewodów grzewczych. Montaż zaworów podpionowych lub automatycznych regulatorów strefowych. Regulacja hydrauliczna instalacji.

Montaż pomp ciepła powietrze - woda na cele c.w.u. Montaż instalacji c.w.u. w węzłach sanitarnych w budynku wraz z doprowadzeniem przewodów do punktów poboru.

Docieplenie ścian zewnętrznych łącznie ze ścianami podziemnymi budynku C oraz łącznika między budynkami B i C za pomocą styropianu o współczynniku 0,031 W/mK (styropianu hydrofobowego w przypadku ścian podziemnych) - 15cm. Wykonanie zielonej ściany na fragmencie ocieplonej elewacji. Brak możliwości docieplenia pozostałych ścian zewnętrznych ze względu na figurowanie budynku w rejestrze zabytków (decyzja Konserwatora Zabytków nr 2260/91 z 02.04.1991r.) oraz położenie w granicy działek.

Wymiana okien drewnianych w budynku na stolarkę energooszczędną o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$. Zaleca się montaż nawiewników higrosterowanych w oknach sali gimnastycznej. Wymiana drewnianych drzwi zewnętrznych na stolarkę energooszczędną o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Docieplenie ścian zewnętrznych łącznie ze ścianami podziemnymi budynku C oraz łącznika między budynkami B i C za pomocą styropianu o współczynniku 0,031 W/mK (styropianu hydrofobowego w przypadku ścian podziemnych) - 15cm. Inwestor przewiduje wykonanie zielonej ściany na części docieplanej elewacji budynku.

Docieplenie stropu piwnic nieogrzewanych wełną mineralną o współczynniku przewodzenia ciepła 0,032 W/mK - 10 cm.

Montaż 37 paneli fotowoltaicznych o łącznej mocy czynnej 10, 36kWp na dachu budynku - zgodnie z załącznikiem 4. Analiza zastosowania paneli fotowoltaicznych. Konieczny montaż opomiarowania instalacji.

Wymiana oświetlenia wewnętrznego w budynku - zgodnie z załącznikiem 5. Wymiana oświetlenia wewnętrznego.

UWAGA:

Na uzyskany w wyniku modernizacji efekt energetyczny zasadniczy wpływ ma zachowanie się użytkowników budynku, nastawy zaworów termostatycznych w lokalach, racjonalne wietrzenie pomieszczeń itp.

Każda modernizacja budynku powinna zostać dokonana na podstawie projektu budowlanego wykonanego przez osobę uprawnioną.

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

mgr inż. Piotr Chądzynski

Załącznik 1

**Bilans energetyczny budynku przed
modernizacją**

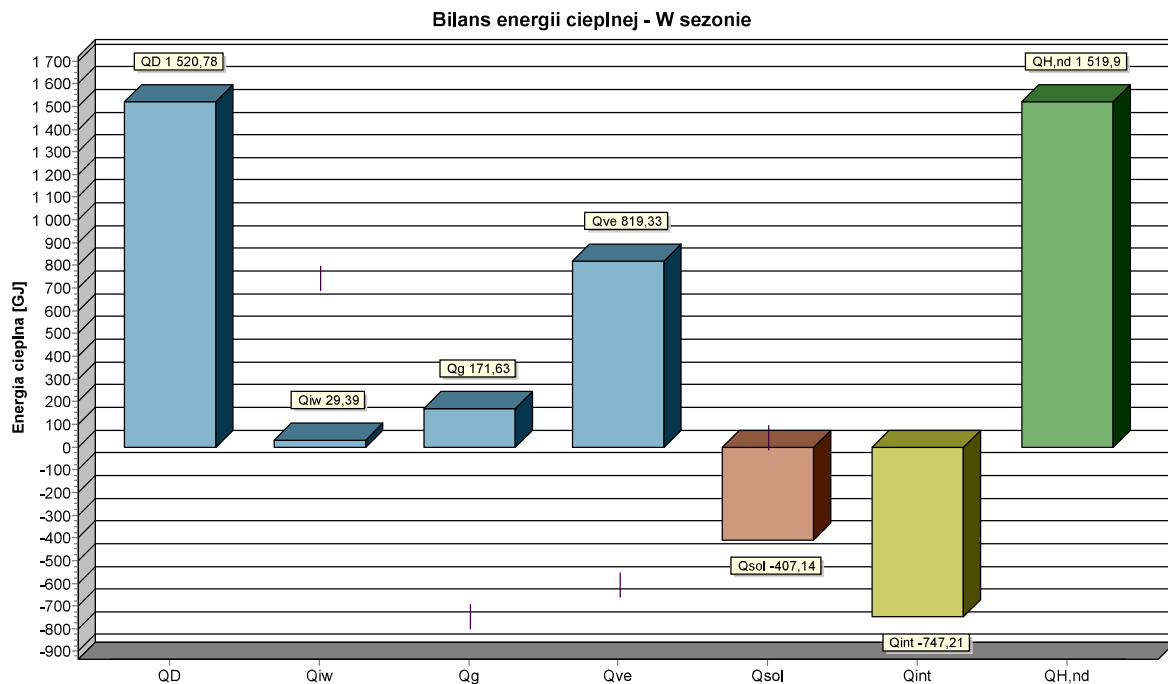
Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Bilans energetyczny budynku - przed modernizacją	
	Zespół Szkół Budowlanych	
Miejscowość:	Brzeg	
Adres:	Kamienna 3	
Projektant:	Marcin Rosenow	
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 III	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Opole	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/ (m ³ ·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/ (m ·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	2639,9	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	8895,5	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	208935	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	99535	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	308470	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	308470	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	116,8	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	34,7	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Średnia liczba wymian powietrza n:	0,8	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	7294,2	m ³ /h
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Opole	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		

Wyniki - Ogólne

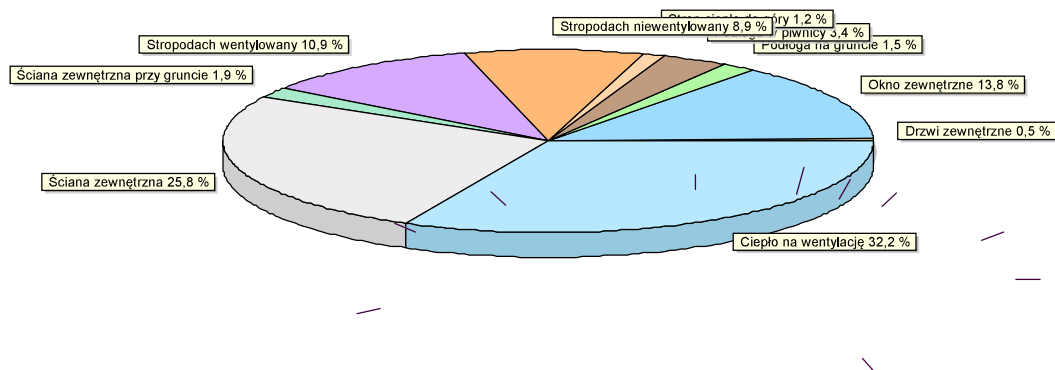
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:		7294,2	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:		1519,90	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:		422194	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :		2640	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :		8895,5	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :		575,7	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :		159,9	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :		170,9	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :		47,5	kWh/(m ³ ·rok)

Wyniki - Bilans zapotrzebowania na energię na ogrzewanie wg normy PN-EN ISO 13790



Miesiąc	L _{d,m}	T _{em,m}	Q _D	Q _{iw}	Q _g	Q _{ve}	η _{H,gn}	Q _{sol}	Q _{int}	Q _{H,nd}
	dni	°C	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok		GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok
Styczeń	31	-0,6	257,20	4,36	28,91	134,74	0,991	25,62	84,85	315,74
Luty	28	-0,2	227,67	3,89	25,60	132,08	0,989	32,66	76,64	281,18
Marzec	31	4,3	194,34	3,64	21,90	102,07	0,962	55,41	84,85	187,08
Kwiecień	30	8,9	130,97	2,84	14,83	71,41	0,891	65,44	82,11	88,57
Maj	31	12,9	84,03	2,30	9,60	44,74	0,699	81,01	84,85	24,68
Czerwiec	0	17,7	24,63	1,51	3,03	13,84	0,268	76,78	82,11	0,44
Lipiec	0	16,9	34,30	1,64	4,09	18,65	0,349	79,57	84,85	1,32
Sierpień	0	18,4	17,70	1,41	2,29	9,63	0,194	74,65	84,85	0,12
Wrzesień	30	13,9	68,90	2,01	7,91	38,07	0,675	63,93	82,11	18,36
Październik	31	9,4	128,92	2,77	14,61	68,07	0,928	35,24	84,85	102,95
Listopad	30	4,7	183,11	3,39	20,64	99,41	0,978	26,50	82,11	200,32
Grudzień	31	0,3	245,65	4,19	27,63	128,74	0,991	21,33	84,85	301,01
W sezonie	273	8,9	1520,78	29,39	171,63	819,33	0,885	407,14	747,21	1519,90

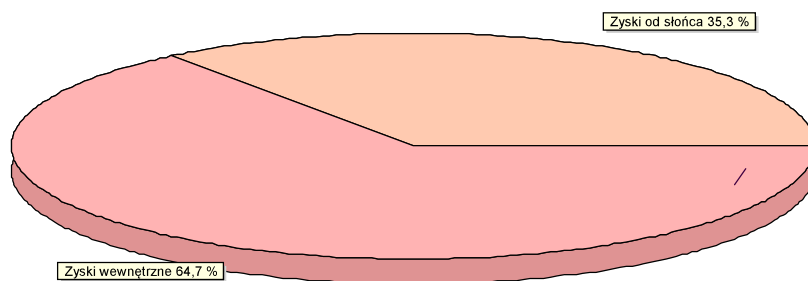
Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



0,5 % Drzwi zewnętrzne	13,8 % Okno zewnętrzne	1,5 % Podłoga na gruncie
3,4 % Podłoga w piwnicy	1,2 % Strop ciepło do góry	8,9 % Stropodach niewentylowany
10,9 % Stropodach wentylowany	1,9 % Ściana zewnętrzna przy gruncie	25,8 % Ściana zewnętrzna
32,2 % Ciepło na wentylację		

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	13,15	3654	0,5
Okno zewnętrzne	349,46	97073	13,8
Podłoga na gruncie	37,27	10353	1,5
Podłoga w piwnicy	86,83	24119	3,4
Strop ciepło do góry	29,39	8164	1,2
Stropodach niewentylowany	226,68	62966	8,9
Stropodach wentylowany	276,49	76804	10,9
Ściana zewnętrzna przy gruncie	47,54	13205	1,9
Ściana zewnętrzna	655,00	181943	25,8
Ciepło na wentylację	819,33	227591	32,2
Razem	2541,14	705871	100,0

Szczegółowe zestawienie zysków energii cieplnej



35,3 % Zyski od słońca 64,7 % Zyski wewnętrzne

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
• Zyski od słońca	407,14	113094	35,3
Zyski wewnętrzne	747,21	207559	64,7
• Razem	1154,35	320654	100,0





Wyniki - Zestawienie przegród

Opis	U	A	A _{G1}	Q _T
	W/m ² ·K	m ²	m ²	GJ/r
Dach nieogrzewanego poddasza	3,307			
Drzwi zewnętrzne do wymiany	3,600	6,84	0,00	
Drzwi zewnętrzne wymienione	1,800	5,80	0,00	
Okna do wymiany	3,120	80,64	48,38	8
Okna energooszczędne	1,800	367,44	220,46	26
Podłoga na gruncie	0,497	470,80		3
Podłoga w piwnicy	0,398	1253,25		8
Strop pod nieogrzewanym poddaszem	1,146			
Strop piwnic nieogrzewanych	1,020	148,27		2
Stropodach niewentylowany	1,302	567,20		22
Stropodach wentylowany	1,302	596,88		27
Ściana zewnętrzna do docieplenia	1,143	718,00		27
Ściana zewnętrzna bez docieplenia	1,176	1117,11		38
Ściana przy gruncie do docieplenia	0,679	109,80		2
Ściana przy gruncie bez docieplenia	0,679	251,43		2

Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
 D1	Dach nieogrzewanego poddasza				
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0050	Dachówka ceramiczna.	0,820	1800	0,880	0,006
0,0250	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,156
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]:					0,302
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:					3,307
 PG	Podłoga na gruncie				
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SZ1					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw} : 5,00 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					
0,0500	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,050
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,1000	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,095
0,3000	Żwir.	0,900	1800	0,840	0,333
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m ² ·K/W]:					1,502
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:					2,014
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:					0,497
 PGG	Podłoga w piwnicy				
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SG1					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw} : 3,10 m					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z : 1,90 m					
0,0500	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,050
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,1000	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,095
0,3000	Żwir.	0,900	1800	0,840	0,333
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]:					2,512
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:					0,398
 SG1	Ściana przy gruncie bez docieplenia				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średni					
Podłoga przyległa do ściany: PGG					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z : 1,50 m					
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
0,5100	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,662

Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m ² ·K/W]:					0,792
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					1,472
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,679
 SG2	Ściana przy gruncie do docieplenia				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średni					
Podłoga przyległa do ściany: PGG					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 1,50 m					
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
0,5100	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,662
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m ² ·K/W]:					0,792
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					1,472
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,679
 STD1	Stropodach niewentylowany				
Rodzaj przegrody: Stropodach niewentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wil					
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,0250	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,156
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 0 m, [m ² ·K/W]:					0,160
Suma oporów ciepła połączeni dachowej i war. powietrza, [m ² ·K/W]:					0,350
0,2400	Strop gęstożebrowy z wypełnieniem pustak		1200	0,840	0,260
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
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]:					0,768
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					1,302
 STD2	Stropodach wentylowany				
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgot					
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,1000	Płyta panwiowa	1,000	2400	0,840	0,100
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 1 m, [m ² ·K/W]:					0,160
Suma oporów ciepła połączeni dachowej i war. powietrza, [m ² ·K/W]:					0,000
0,0300	Płyty izolacyjne z odpadów z trzciny.	0,100	300	1,460	0,300
0,2400	Strop gęstożebrowy z wypełnieniem pustak		1200	0,840	0,260
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
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]:					0,768
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					1,302
 STR	Strop piwnic nieogrzewanych				

Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
Rodzaj przegrody: Strop ciepło do góry, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0300	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,030
0,0180	Płyty pilśniowe porowate.	0,050	300	2,510	0,360
0,3000	Strop Kleina		1800	0,880	0,390
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:					0,100
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:					0,100
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					0,980
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					1,020
STRP		Strop pod nieogrzewanym poddaszem			
Rodzaj przegrody: Strop ciepło do góry, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0250	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,156
0,0500	Warstwa powietrzna niewentylowana.				0,160
0,1000	Polepa	0,550	1800	0,840	0,182
0,0250	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,156
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:					0,100
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:					0,100
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					0,873
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					1,146
SZ1		Ściana zewnętrzna bez docieplenia			
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
0,5100	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,662
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]:					0,851
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					1,176
SZ2		Ściana zewnętrzna do docieplenia			
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
0,5100	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,662
0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,024
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]:					0,875
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					1,143

Wyniki - Zestawienie grup pomieszczeń

Opis	θ_{int}	A_h	V_h	Φ_{HL}
	$^{\circ}C$	m^2	m^3	W
ZSB w Brzegu	19,4	2639,90	8895,5	308470

Załącznik 2

Bilans energetyczny budynku dla
optymalnego wariantu przedsięwzięcia
termomodernizacyjnego

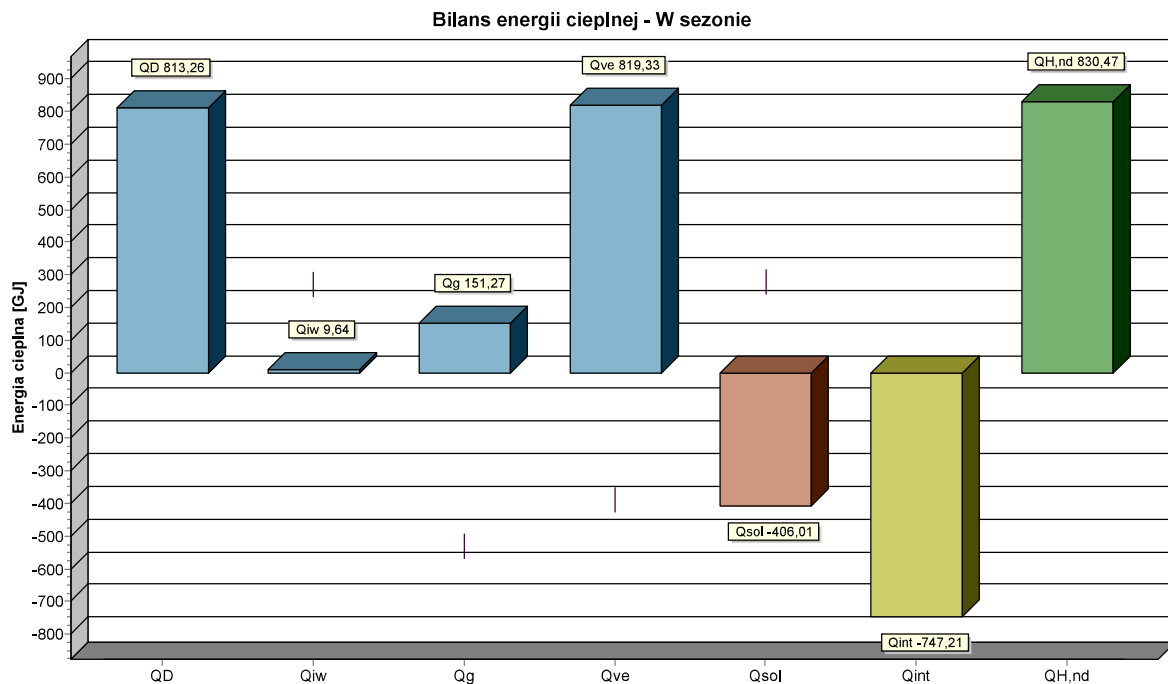
Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Bilans energetyczny budynku - wariant pierwszy	
	Zespół Szkół Budowlanych	
Miejscowość:	Brzeg	
Adres:	Kamienna 3	
Projektant:	Marcin Rosenow	
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 III	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Opole	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m ³ ·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	2639,9	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	8895,5	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	116126	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	99535	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	215661	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	215661	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	81,7	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	24,2	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Średnia liczba wymian powietrza n:	0,8	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	7294,2	m ³ /h
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Opole	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		

Wyniki - Ogólne

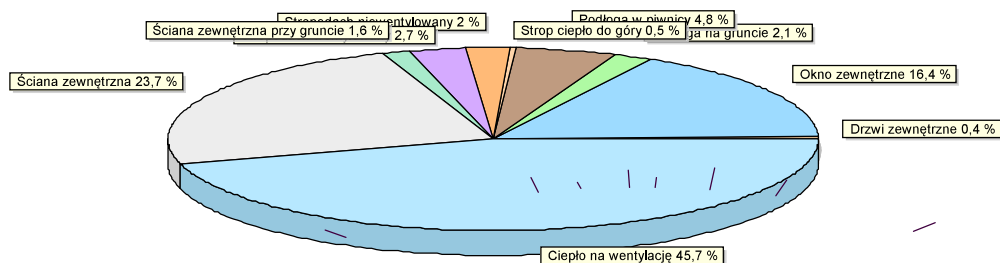
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:		7294,2	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:		830,47	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:		230685	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :		2640	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :		8895,5	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :		314,6	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :		87,4	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :		93,4	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :		25,9	kWh/(m ³ ·rok)

Wyniki - Bilans zapotrzebowania na energię na ogrzewanie wg normy PN-EN ISO 13790



Miesiąc	L _{d,m}	T _{em,m}	Q _D	Q _{iw}	Q _g	Q _{ve}	η _{H,gn}	Q _{sol}	Q _{int}	Q _{H,nd}
	dni	°C	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok		GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok
Styczeń	31	-0,6	137,37	1,43	25,51	134,74	0,991	25,55	84,85	189,68
Luty	28	-0,2	121,60	1,28	22,59	132,08	0,988	32,56	76,64	169,62
Marzec	31	4,3	103,88	1,19	19,31	102,07	0,946	55,26	84,85	93,95
Kwiecień	30	8,9	70,11	0,93	13,06	71,41	0,830	65,26	82,11	33,15
Maj	31	12,9	45,11	0,76	8,43	44,74	0,569	80,79	84,85	4,82
Czerwiec	0	17,7	13,32	0,49	2,66	13,84	0,191	76,57	82,11	0,02
Lipiec	0	16,9	18,54	0,54	3,58	18,65	0,251	79,36	84,85	0,09
Sierpień	0	18,4	9,57	0,46	2,02	9,63	0,136	74,45	84,85	0,00
Wrzesień	30	13,9	37,04	0,66	6,93	38,07	0,544	63,75	82,11	3,41
Październik	31	9,4	69,03	0,91	12,86	68,07	0,889	35,14	84,85	44,19
Listopad	30	4,7	97,89	1,11	18,20	99,41	0,973	26,43	82,11	111,04
Grudzień	31	0,3	131,22	1,38	24,37	128,74	0,991	21,26	84,85	180,60
W sezonie	273	8,9	813,26	9,64	151,27	819,33	0,835	406,01	747,21	830,47

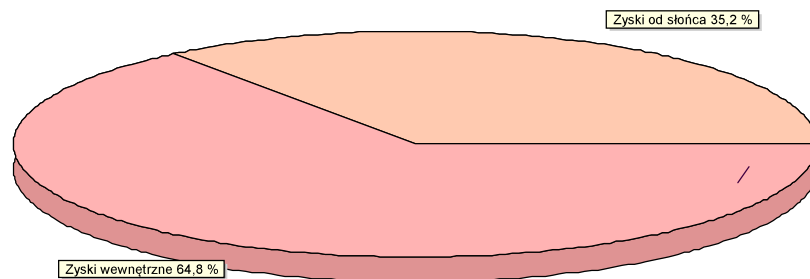
Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



0,4 % Drzwi zewnętrzne	16,4 % Okno zewnętrzne	2,1 % Podłoga na gruncie
4,8 % Podłoga w piwnicy	0,5 % Strop ciepło do góry	2 % Stropodach niewentylowany
2,7 % Stropodach wentylowany	1,6 % Ściana zewnętrzna przy gruncie	23,7 % Ściana zewnętrzna
45,7 % Ciepło na wentylację		

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	7,95	2209	0,4
Okno zewnętrzne	294,80	81888	16,4
Podłoga na gruncie	37,27	10353	2,1
Podłoga w piwnicy	86,18	23938	4,8
Strop ciepło do góry	9,64	2679	0,5
Stropodach niewentylowany	36,09	10026	2,0
Stropodach wentylowany	49,08	13633	2,7
Ściana zewnętrzna przy gruncie	27,82	7728	1,6
Ściana zewnętrzna	425,33	118147	23,7
Ciepło na wentylację	819,33	227591	45,7
Razem	1793,49	498193	100,0

Szczegółowe zestawienie zysków energii cieplnej



35,2 % Zyski od słońca 64,8 % Zyski wewnętrzne

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
• Zyski od słońca	406,01	112779	35,2
Zyski wewnętrzne	747,21	207559	64,8
• Razem	1153,22	320339	100,0




Wyniki - Zestawienie przegród

Opis	U	A	A _{G1}	Q _T
	W/m ² ·K	m ²	m ²	GJ/r
Dach nieogrzewanego poddasza	3,307			
Drzwi zewnętrzne do wymiany	1,300	6,84	0,00	
Drzwi zewnętrzne wymienione	1,800	5,80	0,00	
Okna do wymiany	0,900	80,64	48,38	3
Okna energooszczędne	1,800	367,44	220,46	26
Podłoga na gruncie	0,497	470,80		3
Podłoga w piwnicy	0,398	1245,01		8
Strop pod nieogrzewanym poddaszem	1,146			
Strop piwnic nieogrzewanych	0,244	148,27		
Stropodach niewentylowany	0,139	567,20		3
Stropodach wentylowany	0,149	596,88		4
Ściana zewnętrzna do docieplenia	0,175	718,00		4
Ściana zewnętrzna bez docieplenia	1,176	1117,11		38
Ściana przy gruncie do docieplenia	0,136	109,80		
Ściana przy gruncie bez docieplenia	0,679	251,43		2

Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
 D1	Dach nieogrzewanego poddasza				
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0050	Dachówka ceramiczna.	0,820	1800	0,880	0,006
0,0250	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,156
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]:					0,302
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:					3,307
 PG	Podłoga na gruncie				
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SZ1					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw} : 5,00 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					
0,0500	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,050
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,1000	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,095
0,3000	Żwir.	0,900	1800	0,840	0,333
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m ² ·K/W]:					1,502
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:					2,014
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:					0,497
 PGG	Podłoga w piwnicy				
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SG1					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw} : 3,10 m					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z : 1,90 m					
0,0500	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,050
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,1000	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,095
0,3000	Żwir.	0,900	1800	0,840	0,333
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]:					2,512
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:					0,398
 SG1	Ściana przy gruncie bez docieplenia				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średni					
Podłoga przyległa do ściany: PGG					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z : 1,50 m					
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
0,5100	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,662

Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m ² ·K/W]:					0,792
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					1,472
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,679
 SG2	Ściana przy gruncie do docieplenia				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średni					
Podłoga przyległa do ściany: PGG					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 1,50 m					
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
0,5100	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,662
0,1500	styropian 0,031	0,031	80	0,840	4,839
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m ² ·K/W]:					1,840
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					7,359
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,136
 STD1	Stropodach niewentylowany				
Rodzaj przegrody: Stropodach niewentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wil					
0,2000	styropian 0,031	0,031	80	0,840	6,452
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,0250	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,156
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 0 m, [m ² ·K/W]:					0,160
Suma oporów ciepła połączeni dachowej i war. powietrza, [m ² ·K/W]:					6,801
0,2400	Strop gęstożebrowy z wypełnieniem pustak		1200	0,840	0,260
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
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]:					7,219
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,139
 STD2	Stropodach wentylowany				
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgot					
0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033
0,1000	Płyta panwiowa	1,000	2400	0,840	0,100
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 1 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 lub Ekofiber	0,042	60	0,750	5,952
0,0300	Płyty izolacyjne z odpadów z trzciny.	0,100	300	1,460	0,300
0,2400	Strop gęstożebrowy z wypełnieniem pustak		1200	0,840	0,260
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
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]:					6,721

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)]:					0,149
STR	Strop piwnic nieogrzewanych				
Rodzaj przegrody: Strop ciepło do góry, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0300	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,030
0,0180	Płyty pilśniowe porowate.	0,050	300	2,510	0,360
0,3000	Strop Kleina		1800	0,880	0,390
0,1000	styropian 0,032	0,032	80		3,125
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:					0,100
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:					0,100
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					4,105
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,244
STRP	Strop pod nieogrzewanym poddaszem				
Rodzaj przegrody: Strop ciepło do góry, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0250	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,156
0,0500	Warstwa powietrzna niewentylowana.				0,160
0,1000	Polepa	0,550	1800	0,840	0,182
0,0250	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,156
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:					0,100
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:					0,100
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					0,873
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					1,146
SZ1	Ściana zewnętrzna bez docieplenia				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
0,5100	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,662
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]:					0,851
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					1,176
SZ2	Ściana zewnętrzna do docieplenia				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
0,5100	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,662
0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,024
0,1500	styropian 0,031	0,031	80	0,840	4,839
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:					0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m ² ·K/W]:					0,040

Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					5,714
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,175

Wyniki - Zestawienie grup pomieszczeń

Opis	θ_{int}	A_h	V_h	Φ_{HL}
	$^{\circ}C$	m^2	m^3	W
ZSB w Brzegu	19,4	2639,90	8895,5	215661

Załącznik 3

Analiza zastosowania paneli fotowoltaicznych

Analiza nasłonecznienia

szerokość geograficzna - Armii Krajowej 7, 49-300 Brzeg

stopnie minuty sekundy
50 31 30

Kolejny dzień roku	Deklinacja Q	Deklinacja Q	Liczba godzin dziennych DL	Miesiące	Liczba godzin dziennych w miesiącu	Całkowita energia promieniowania słonecznego (45st.SE)	Całkowita energia promieniowania słonecznego (45st.SW)	Całkowita energia promieniowania słonecznego (45st.S)	Średnie natężenie promieniowania (45st.SE)	Średnie natężenie promieniowania (45st.SW)	Średnie natężenie promieniowania (45st.S)
-	[stopnie]	[rad]	[h/dzień]	-	[h/mies.]	[Wh/m2*m-c]	[Wh/m2*m-c]	[Wh/m2*m-c]	[W/m2]	[W/m2]	[W/m2]
1	-23,031	-0,402	7,86	styczeń	257,67	27000	26842	28354	104,8	104,2	110,0
2	-22,951	-0,401	7,87								
3	-22,865	-0,399	7,89								
4	-22,772	-0,397	7,91								
5	-22,673	-0,396	7,94								
6	-22,566	-0,394	7,96								
7	-22,453	-0,392	7,98								
8	-22,333	-0,390	8,01								
9	-22,207	-0,388	8,04								
10	-22,074	-0,385	8,07								
11	-21,934	-0,383	8,10								
12	-21,788	-0,380	8,13								
13	-21,636	-0,378	8,16								
14	-21,477	-0,375	8,20								
15	-21,312	-0,372	8,23								
16	-21,140	-0,369	8,27								
17	-20,962	-0,366	8,30								
18	-20,778	-0,363	8,34								
19	-20,588	-0,359	8,38								
20	-20,392	-0,356	8,42								
21	-20,190	-0,352	8,46								
22	-19,981	-0,349	8,51								
23	-19,767	-0,345	8,55								
24	-19,547	-0,341	8,60								
25	-19,321	-0,337	8,64								
26	-19,089	-0,333	8,69								
27	-18,852	-0,329	8,73								
28	-18,609	-0,325	8,78								
29	-18,361	-0,320	8,83								
30	-18,107	-0,316	8,88								
31	-17,848	-0,312	8,93								
32	-17,583	-0,307	8,98	luty	272,92	37351	36563	40909	136,9	134,0	149,9
33	-17,314	-0,302	9,03								
34	-17,039	-0,297	9,09								
35	-16,759	-0,293	9,14								
36	-16,474	-0,288	9,19								
37	-16,185	-0,282	9,25								
38	-15,890	-0,277	9,30								
39	-15,591	-0,272	9,36								
40	-15,287	-0,267	9,42								
41	-14,979	-0,261	9,47								
42	-14,666	-0,256	9,53								
43	-14,349	-0,250	9,59								
44	-14,027	-0,245	9,65								
45	-13,702	-0,239	9,70								
46	-13,372	-0,233	9,76								
47	-13,039	-0,228	9,82								
48	-12,701	-0,222	9,88								
49	-12,360	-0,216	9,94								
50	-12,015	-0,210	10,00								
51	-11,667	-0,204	10,06								
52	-11,315	-0,197	10,13								
53	-10,960	-0,191	10,19								
54	-10,601	-0,185	10,25								
55	-10,239	-0,179	10,31								
56	-9,875	-0,172	10,37								
57	-9,507	-0,166	10,44								
58	-9,137	-0,159	10,50								
59	-8,764	-0,153	10,56								

60	-8,388	-0,146	10,62	marzec	359,41	72324	67800	74324	201,2	188,6	206,8
61	-8,010	-0,140	10,69								
62	-7,629	-0,133	10,75								
63	-7,246	-0,126	10,82								
64	-6,861	-0,120	10,88								
65	-6,474	-0,113	10,94								
66	-6,086	-0,106	11,01								
67	-5,695	-0,099	11,07								
68	-5,302	-0,093	11,14								
69	-4,908	-0,086	11,20								
70	-4,513	-0,079	11,27								
71	-4,116	-0,072	11,33								
72	-3,718	-0,065	11,40								
73	-3,319	-0,058	11,46								
74	-2,919	-0,051	11,53								
75	-2,518	-0,044	11,59								
76	-2,116	-0,037	11,66								
77	-1,714	-0,030	11,72								
78	-1,311	-0,023	11,79								
79	-0,908	-0,016	11,85								
80	-0,505	-0,009	11,92								
81	-0,101	-0,002	11,98								
82	0,303	0,005	12,05								
83	0,706	0,012	12,11								
84	1,110	0,019	12,18								
85	1,513	0,026	12,24								
86	1,915	0,033	12,31								
87	2,317	0,040	12,38								
88	2,719	0,047	12,44								
89	3,119	0,054	12,51								
90	3,519	0,061	12,57								
91	3,917	0,068	12,64	kwiecień	406,66	93643	93783	97827	230,3	230,6	240,6
92	4,315	0,075	12,70								
93	4,711	0,082	12,77								
94	5,106	0,089	12,83								
95	5,499	0,096	12,89								
96	5,890	0,103	12,96								
97	6,280	0,110	13,02								
98	6,668	0,116	13,09								
99	7,054	0,123	13,15								
100	7,438	0,130	13,22								
101	7,820	0,136	13,28								
102	8,199	0,143	13,34								
103	8,576	0,150	13,41								
104	8,951	0,156	13,47								
105	9,322	0,163	13,53								
106	9,691	0,169	13,60								
107	10,058	0,176	13,66								
108	10,421	0,182	13,72								
109	10,781	0,188	13,78								
110	11,138	0,194	13,84								
111	11,491	0,201	13,91								
112	11,841	0,207	13,97								
113	12,188	0,213	14,03								
114	12,531	0,219	14,09								
115	12,870	0,225	14,15								
116	13,206	0,230	14,21								
117	13,537	0,236	14,27								
118	13,865	0,242	14,33								
119	14,189	0,248	14,38								
120	14,508	0,253	14,44								

121	14,823	0,259	14,50	maj	472,91	152434	151956	157313	322,3	321,3	332,6
122	15,133	0,264	14,56								
123	15,440	0,269	14,61								
124	15,741	0,275	14,67								
125	16,038	0,280	14,72								
126	16,330	0,285	14,78								
127	16,617	0,290	14,83								
128	16,900	0,295	14,89								
129	17,177	0,300	14,94								
130	17,449	0,305	14,99								
131	17,716	0,309	15,04								
132	17,978	0,314	15,09								
133	18,235	0,318	15,14								
134	18,486	0,323	15,19								
135	18,731	0,327	15,24								
136	18,971	0,331	15,29								
137	19,206	0,335	15,34								
138	19,435	0,339	15,38								
139	19,658	0,343	15,43								
140	19,875	0,347	15,47								
141	20,086	0,351	15,51								
142	20,291	0,354	15,56								
143	20,491	0,358	15,60								
144	20,684	0,361	15,64								
145	20,871	0,364	15,68								
146	21,052	0,367	15,71								
147	21,227	0,370	15,75								
148	21,395	0,373	15,79								
149	21,557	0,376	15,82								
150	21,713	0,379	15,86								
151	21,862	0,382	15,89								
152	22,005	0,384	15,92	czerwiec	484,56	137359	135936	138514	283,5	280,5	285,9
153	22,141	0,386	15,95								
154	22,271	0,389	15,98								
155	22,394	0,391	16,00								
156	22,510	0,393	16,03								
157	22,620	0,395	16,05								
158	22,723	0,397	16,08								
159	22,820	0,398	16,10								
160	22,909	0,400	16,12								
161	22,992	0,401	16,13								
162	23,068	0,403	16,15								
163	23,137	0,404	16,17								
164	23,199	0,405	16,18								
165	23,255	0,406	16,19								
166	23,303	0,407	16,20								
167	23,345	0,407	16,21								
168	23,380	0,408	16,22								
169	23,407	0,409	16,23								
170	23,428	0,409	16,23								
171	23,442	0,409	16,24								
172	23,449	0,409	16,24								
173	23,449	0,409	16,24								
174	23,442	0,409	16,24								
175	23,428	0,409	16,23								
176	23,407	0,409	16,23								
177	23,380	0,408	16,22								
178	23,345	0,407	16,21								
179	23,303	0,407	16,20								
180	23,255	0,406	16,19								
181	23,199	0,405	16,18								

182	23,137	0,404	16,17	lipec	487,95	132757	134393	135773	272,1	275,4	278,3
183	23,068	0,403	16,15								
184	22,992	0,401	16,13								
185	22,909	0,400	16,12								
186	22,820	0,398	16,10								
187	22,723	0,397	16,08								
188	22,620	0,395	16,05								
189	22,510	0,393	16,03								
190	22,394	0,391	16,00								
191	22,271	0,389	15,98								
192	22,141	0,386	15,95								
193	22,005	0,384	15,92								
194	21,862	0,382	15,89								
195	21,713	0,379	15,86								
196	21,557	0,376	15,82								
197	21,395	0,373	15,79								
198	21,227	0,370	15,75								
199	21,052	0,367	15,71								
200	20,871	0,364	15,68								
201	20,684	0,361	15,64								
202	20,491	0,358	15,60								
203	20,291	0,354	15,56								
204	20,086	0,351	15,51								
205	19,875	0,347	15,47								
206	19,658	0,343	15,43								
207	19,435	0,339	15,38								
208	19,206	0,335	15,34								
209	18,971	0,331	15,29								
210	18,731	0,327	15,24								
211	18,486	0,323	15,19								
212	18,235	0,318	15,14								
213	17,978	0,314	15,09	sierpień	441,74	110106	107762	111694	249,3	244,0	252,9
214	17,716	0,309	15,04								
215	17,449	0,305	14,99								
216	17,177	0,300	14,94								
217	16,900	0,295	14,89								
218	16,617	0,290	14,83								
219	16,330	0,285	14,78								
220	16,038	0,280	14,72								
221	15,741	0,275	14,67								
222	15,440	0,269	14,61								
223	15,133	0,264	14,56								
224	14,823	0,259	14,50								
225	14,508	0,253	14,44								
226	14,189	0,248	14,38								
227	13,865	0,242	14,33								
228	13,537	0,236	14,27								
229	13,206	0,230	14,21								
230	12,870	0,225	14,15								
231	12,531	0,219	14,09								
232	12,188	0,213	14,03								
233	11,841	0,207	13,97								
234	11,491	0,201	13,91								
235	11,138	0,194	13,84								
236	10,781	0,188	13,78								
237	10,421	0,182	13,72								
238	10,058	0,176	13,66								
239	9,691	0,169	13,60								
240	9,322	0,163	13,53								
241	8,951	0,156	13,47								
242	8,576	0,150	13,41								
243	8,199	0,143	13,34								

244	7,820	0,136	13,28	wrzesień	370,24	73828	72420	76388	199,4	195,6	206,3
245	7,438	0,130	13,22								
246	7,054	0,123	13,15								
247	6,668	0,116	13,09								
248	6,280	0,110	13,02								
249	5,890	0,103	12,96								
250	5,499	0,096	12,89								
251	5,106	0,089	12,83								
252	4,711	0,082	12,77								
253	4,315	0,075	12,70								
254	3,917	0,068	12,64								
255	3,519	0,061	12,57								
256	3,119	0,054	12,51								
257	2,719	0,047	12,44								
258	2,317	0,040	12,38								
259	1,915	0,033	12,31								
260	1,513	0,026	12,24								
261	1,110	0,019	12,18								
262	0,706	0,012	12,11								
263	0,303	0,005	12,05								
264	-0,101	-0,002	11,98								
265	-0,505	-0,009	11,92								
266	-0,908	-0,016	11,85								
267	-1,311	-0,023	11,79								
268	-1,714	-0,030	11,72								
269	-2,116	-0,037	11,66								
270	-2,518	-0,044	11,59								
271	-2,919	-0,051	11,53								
272	-3,319	-0,058	11,46								
273	-3,718	-0,065	11,40								
274	-4,116	-0,072	11,33	październik	321,88	56613	59112	63535	175,9	183,6	197,4
275	-4,513	-0,079	11,27								
276	-4,908	-0,086	11,20								
277	-5,302	-0,093	11,14								
278	-5,695	-0,099	11,07								
279	-6,086	-0,106	11,01								
280	-6,474	-0,113	10,94								
281	-6,861	-0,120	10,88								
282	-7,246	-0,126	10,82								
283	-7,629	-0,133	10,75								
284	-8,010	-0,140	10,69								
285	-8,388	-0,146	10,62								
286	-8,764	-0,153	10,56								
287	-9,137	-0,159	10,50								
288	-9,507	-0,166	10,44								
289	-9,875	-0,172	10,37								
290	-10,239	-0,179	10,31								
291	-10,601	-0,185	10,25								
292	-10,960	-0,191	10,19								
293	-11,315	-0,197	10,13								
294	-11,667	-0,204	10,06								
295	-12,015	-0,210	10,00								
296	-12,360	-0,216	9,94								
297	-12,701	-0,222	9,88								
298	-13,039	-0,228	9,82								
299	-13,372	-0,233	9,76								
300	-13,702	-0,239	9,70								
301	-14,027	-0,245	9,65								
302	-14,349	-0,250	9,59								
303	-14,666	-0,256	9,53								
304	-14,979	-0,261	9,47								

305	-15,287	-0,267	9,42	listopad	260,90	25394	25608	27438	97,3	98,2	105,2
306	-15,591	-0,272	9,36								
307	-15,890	-0,277	9,30								
308	-16,185	-0,282	9,25								
309	-16,474	-0,288	9,19								
310	-16,759	-0,293	9,14								
311	-17,039	-0,297	9,09								
312	-17,314	-0,302	9,03								
313	-17,583	-0,307	8,98								
314	-17,848	-0,312	8,93								
315	-18,107	-0,316	8,88								
316	-18,361	-0,320	8,83								
317	-18,609	-0,325	8,78								
318	-18,852	-0,329	8,73								
319	-19,089	-0,333	8,69								
320	-19,321	-0,337	8,64								
321	-19,547	-0,341	8,60								
322	-19,767	-0,345	8,55								
323	-19,981	-0,349	8,51								
324	-20,190	-0,352	8,46								
325	-20,392	-0,356	8,42								
326	-20,588	-0,359	8,38								
327	-20,778	-0,363	8,34								
328	-20,962	-0,366	8,30								
329	-21,140	-0,369	8,27								
330	-21,312	-0,372	8,23								
331	-21,477	-0,375	8,20								
332	-21,636	-0,378	8,16								
333	-21,788	-0,380	8,13								
334	-21,934	-0,383	8,10								
335	-22,074	-0,385	8,07	grudzień	243,15	20317	20317	20317	83,6	83,6	83,6
336	-22,207	-0,388	8,04								
337	-22,333	-0,390	8,01								
338	-22,453	-0,392	7,98								
339	-22,566	-0,394	7,96								
340	-22,673	-0,396	7,94								
341	-22,772	-0,397	7,91								
342	-22,865	-0,399	7,89								
343	-22,951	-0,401	7,87								
344	-23,031	-0,402	7,86								
345	-23,103	-0,403	7,84								
346	-23,169	-0,404	7,83								
347	-23,228	-0,405	7,81								
348	-23,280	-0,406	7,80								
349	-23,325	-0,407	7,79								
350	-23,363	-0,408	7,78								
351	-23,394	-0,408	7,78								
352	-23,419	-0,409	7,77								
353	-23,436	-0,409	7,77								
354	-23,447	-0,409	7,76								
355	-23,450	-0,409	7,76								
356	-23,447	-0,409	7,76								
357	-23,436	-0,409	7,77								
358	-23,419	-0,409	7,77								
359	-23,394	-0,408	7,78								
360	-23,363	-0,408	7,78								
361	-23,325	-0,407	7,79								
362	-23,280	-0,406	7,80								
363	-23,228	-0,405	7,81								
364	-23,169	-0,404	7,83								
365	-23,103	-0,403	7,84								

Dobór układów paneli fotowoltaicznych

Założenia:

Liczba zastosowanych paneli fotowoltaicznych dostosowana do dostępnego miejsca montażu.

Moc układów PV nie przekracza mocy przyłączeniowej budynku.

Całkowity uzysk energii elektrycznej z układów PV nie przekracza średniego rocznego zużycia energii elektrycznej.

Założono zastosowanie ogniw fotowoltaicznych 0,98x1,67 m o mocy nominalnej 280 Wp

	Wartości jednostk.	SE	SW	S	Suma
	szt.	szt.	szt.	szt.	szt.
	1	0	0	37	37
Moc nominalna [kWp]	0,28	0	0	10,36	10,36
Straty na inwerterze, kablach itp. [%]	10%	10%	10%	10%	10%
Całkowity uzysk energii [kWhp]	-	0	0	10074	10074
styczeń	-	0	0	294	294
luty	-	0	0	424	424
marzec	-	0	0	770	770
kwiecień	-	0	0	1013	1013
maj	-	0	0	1630	1630
czerwiec	-	0	0	1435	1435
lipiec	-	0	0	1407	1407
sierpień	-	0	0	1157	1157
wrzesień	-	0	0	791	791
październik	-	0	0	658	658
listopad	-	0	0	284	284
grudzień	-	0	0	210	210
Całkowity uzysk energii z uwzględnieniem strat [kWh]	-	0	0	9067	9067

Cena kompletnej instalacji (kurs euro 4,30 zł/euro, wskaźnik 1,8 euro/W)

80 000,00 zł

VAT:

18 400,00 zł

Koszt całkowity

98 400,00 zł

Zakłada się montaż 37 szt. paneli fotowoltaicznych na dachu budynku z ekspozycją południową.

Kąt nachylenia paneli zbliżony do 45 st.

Rozstawienie zapobiegające zacienieniu paneli od obiektów, urządzeń i instalacji znajdujących się na dachu jak również wzajemnym zacienianiu się paneli nawzajem.

Prosty czas zwrotu inwestycji (SPBT) -

15,5 lata

Roczna oszczędność kosztów energii -

6346,6 PLN

Redukcja emisji CO2 w wyniku modernizacji		
Energia elektryczna wytwarzana przez panele PV	9067	[kWh/rok]
Wskaźnik jednostkowej emisji CO2 - energia elektryczna	0,778	[Mg CO2/MWh]
Redukcja emisji CO2 osiągnięta w wyniku montażu paneli PV	7,054	[Mg CO2/rok]

Załącznik 4

Wymiana oświetlenia wewnętrznego

Inwentaryzacja oświetlenia wbudowanego przed modernizacją

Moc urządzeń oświetleniowych w ocenianym budynku przed modernizacją

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	Budynek w całości	Oprawa świetłówkowa 4x18 W	72	79,2	124	9821	1380
		Oprawa świetłówkowa 36 W	36	39,6	213	8435	1380
		Oprawa świetłówkowa 2x36 W	72	79,2	196	15523	1380
		Oprawa sodowa 250 W	150	150	8	1200	1380
		Oprawa zewnętrzna IP65	30	33	11	363	1380
	Razem				552	35342	-
	Liczbę godzin pracy oświetlenia przyjęto na podstawie rzeczywistego średniego czasu świecenia w ciągu roku.						

Zestawienie oświetlenia wbudowanego po modernizacji

Moc urządzeń oświetleniowych w ocenianym budynku po modernizacji

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	Budynek w całości	Oprawa LED 36 W	36	36	174	6264	1380
		Oprawa LED 30 W	30	30	73	2190	1380
		Oprawa LED 25 W	25	25	30	750	1380
		Oprawa LED 47 W	47	47	146	6862	1380
		Oprawa LED 56 W	56	56	17	952	1380
		Oprawa LED 52 W	52	52	2	104	1380
		Oprawa LED 23 W	23	23	75	1725	1380
		Oprawa LED 20 W	20	20	40	800	1380
		Oprawa LED 32 W	32	32	6	192	1380
		Oprawa LED 119 W	119	119	8	952	1380
	Razem				571	20791	-
	Liczbę godzin pracy oświetlenia przyjęto na podstawie rzeczywistego średniego czasu świecenia w ciągu roku.						

Obliczenia energetyczne przed modernizacją - oświetlenie

Zużycie energii elektrycznej w ocenianym budynku przed modernizacją

Lp	Pomieszczenie	Moc instalowana Przech, W	Liczba godzin pracy w ciągu roku, h/rok	Zużycie energii elektrycznej na cele oświetlenia wewnętrznego, kWh/rok
1	Budynek w całości	9821	1380	13553
		8435	1380	11640
		15523	1380	21422
		1200	1380	1656
		363	1380	501
2	Razem	35342	-	48772

Obliczenia energetyczne po modernizacji - oświetlenie

Zużycie energii elektrycznej w ocenianym budynku po modernizacji

Lp	Pomieszczenie	Moc instalowana Przech, W	Liczba godzin pracy w ciągu roku, h/rok	Zużycie energii elektrycznej na cele oświetlenia wewnętrznego, kWh/rok
1	Budynek w całości	6264	1380	8644
		2190	1380	3022
		750	1380	1035
		6862	1380	9470
		952	1380	1314
		104	1380	144
		1725	1380	2381
		800	1380	1104
		192	1380	265
		952	1380	1314
2	Razem	20791	-	28692

Wprowadzenie automatycznej regulacji oświetlenia uwzględniającej nieobecność użytkowników:

Współczynnik

0,9

Zużycie energii elektrycznej na cele oświetlenia wewnętrznego, kWh/rok

25822

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	175,58	48 771,68	3	526,73	146 315,05	0,7780	37 944,370
Po modernizacji:								
1	Oświetlenie LED	92,96	25 822,42	3	278,88	77 467,27	0,7780	20 089,844
	Oszczędność	82,62	22 949,26		247,85	68 847,79		17 854,53

Nośnik energii :	energia elektryczna - Państwowa Sieć Elektroenergetyczna
wi :	3,00
Wsk. emisji CO2, Mg/MWh:	0,7780

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

1	Średnioroczna oszczędność energii finalnej:	22 949	[kWh/rok]	1,973	[toe/rok]
2	Średnioroczna oszczędność energii pierwotnej:	68 848	[kWh/rok]	5,920	[toe/rok]
3	Szacowana wielkość redukcji emisji CO2	17,85			ton/rok

1GJ/toe 41,868 GJ/toe
1kWh/toe 11 630 kWh/toe

Wyznaczenie kosztów realizacji inwestycji

1.	Cena źródeł światła	liczba	cena jednostkowa [zł]	cena całkowita [zł]
1.	Oprawy LED	571	696,17	397 515,40
	razem	571		397 515,40

2.	Cena wykonania instalacji elektrycznej	orientacyjna liczba punktów	cena jednostkowa [zł]	cena całkowita [zł]
1.	Wykonanie instalacji wraz z przewodami	857	119,00	101 983,00
	razem	857		101 983,00

3. Koszty dodatkowe (nadzór, audyt, projekt) 19980,00 zł

Całkowity koszt wykonania usprawnienia 519 478,40 zł

Ocena opłacalności				
Modernizacja oświetlenia wewnętrznego				
Lp.	Omówienie	Jedn.	Oprawy światłóvkowe i żarowe	Oświetlenie LED
1	Moc całkowita oświetlenia	kW	35,3	20,8
2	Roczne zapotrzebowanie na energię finalną na pracę oświetlenia	kWh/rok	48 772	25 822
3	Roczne oszczędność energii na pracę oświetlenia	kWh/rok		22 949
4	Jednostkowy koszt energii elektrycznej	zł/kWh	0,7000	0,7000
5	Koszt pracy oświetlenia w ciągu roku	zł/rok	34 140,18	18 075,70
6	Roczna oszczędność na pracy oświetlenia	zł/rok		16 064,48
7	Oszczędność kosztów pracy oświetlenia w okresie 10 lat	zł/rok		160 644,80
8	Całkowity szacowany koszt przedsięwzięcia	zł		519 478,40
9	Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych SPBT	lata		32,34

Podsumowanie

Zestawienie efektów przedsięwzięcia

Lp.	Rodzaj danych	Jednostka	Wartość	Uwagi
1	Oszczędność zużycia energii finalnej	MWh/a	22,95	
		GJ/rok	82,62	
		toe/rok	1,973	
2	Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej	-	3,00	energia elektryczna - produkcja mieszana
3	Oszczędność zużycia energii pierwotnej	MWh/a	68,8	
		GJ/rok	247,9	
		toe/rok	5,920	
4	Wskaźnik emisji CO ₂	Mg CO ₂ /MWh	0,778	Państwowa Sieć Elektroenergetyczna
5	Szacowana wielkość redukcji emisji CO ₂	MgCO ₂ /rok	17,85	

Załącznik 5

Obliczenie efektu
ekologicznego osiągniętego
w wyniku termomodernizacji

Emisja zanieczyszczeń - energia cieplna

EMISJE - stan przed modernizacją

rodzaj opał	węgiel ton/rok	koks ton/rok	olej ton/rok	gaz m³/rok	drewno ton/rok	słoma ton/rok	Sumaryczna emisja przed modernizacją
roczne zużycie opału	51,62	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
EMISJA (Mg/rok)							
PM-10	0,08403	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SO ₂	0,017	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,017
NO _x	0,165	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,165
CO	0,516	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,516
CO ₂	104,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	104,72

EMISJE - stan po modernizacji

rodzaj opał	węgiel ton/rok	koks ton/rok	olej ton/rok	gaz m ³ /rok	drewno ton/rok	słoma ton/rok	Sumaryczna emisja po modernizacji
roczne zużycie opału	21,90	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
EMISJA (Mg/rok)							
PM-10	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SO ₂	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
NO _x	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
CO	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
CO ₂	43,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

EFEKT EKOLOGICZNY

rodzaj opał	węgiel ton/rok	koks ton/rok	olej ton/rok	gaz m ³ /rok	drewno ton/rok	słoma ton/rok	Sumaryczny efekt ekologiczny Mg/rok %	
roczne zmniejszenie zużycie opału	29,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
EMISJA (Mg/rok)								
PM-10	0,04403	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,04403	52,40%
SO ₂	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	58,82%
NO _x	0,095	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,095	57,58%
CO	0,296	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,296	57,36%
CO ₂	60,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	60,88	58,14%

Emisja zanieczyszczeń - energia elektryczna

Zapotrzebowanie na energię elektryczną przed modernizacją:	99667,05 kWh/rok =	99,67 MWh
Zapotrzebowanie na energię elektryczną po modernizacji:	38977,80 kWh/rok =	38,98 MWh
W tym energia wyprodukowana przez projektowaną instalację PV:	9067 kWh/rok =	9,07 MWh
Zapotrzebowanie na energię elektryczną z sieci elektroenergetycznej:	29911 kWh/rok =	29,91 MWh

Wyliczenie ograniczenia emisji

Substancja zanieczyszczająca	Wskaźnik emisji zanieczyszczeń	Emisja przed modernizacją	Emisja po modernizacji	Redukcja emisji	
	kg/MWh	Mg		Mg	%
PM-10*	0,031	0,00305	0,00119	0,00186	60,98%
SO ₂	0,729	0,073	0,028	0,045	61,64%
NO _x	0,741	0,074	0,029	0,045	60,81%
CO	0,265	0,026	0,010	0,016	61,54%
CO ₂	778	77,54	30,33	47,21	60,88%

* Na podstawie opracowania "Krajowy bilans emisji SO₂, NO_x, CO, NH₃, NMLZO, pyłów, metali ciężkich i TZO za lata 2014-2015 w układzie klasyfikacji SNAP i NFR Raport Podstawowy, Warszawa, luty 2017r." przyjęto udział PM10 w TSP w wysokości 69,6%.

Emisja zanieczyszczeń - energia cieplna i elektryczna w sumie

Substancja zanieczyszczająca	Wskaźnik emisji zanieczyszczeń	Emisja przed modernizacją	Emisja po modernizacji	Redukcja emisji	
	kg/MWh	Mg		Mg	%
PM-10	-	0,08708	0,04119	0,04589	52,70%
SO ₂	-	0,090	0,035	0,055	61,11%
NO _x	-	0,239	0,099	0,140	58,58%
CO	-	0,542	0,230	0,312	57,56%
CO ₂	-	182,26	74,17	108,09	59,31%

Kalkulowany koszt całości przedsięwzięcia wyniesie [PLN]:	1 612 395,75
Nakłady poniesione na jednostkową redukcję emisji CO ₂ [PLN/Mg]:	14917,16