

1. Dane identyfikacyjne budynku											
1.1 Rodzaj budynku:	budynek użyteczności publicznej - Zespół Szkół Szkoła Podstawa Gimnazjum				1.2 Rok budowy:	1993					
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL*) (*w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości):	Gmina Stegna				1.4 Adres budynku:	ul.	Tujsk		nr	55	
	ul.	Gdańska		nr		34	kod:	82-103	miejscowość:	Tujsk	
	kod:	82-103	miejscowość:	Stegna							
	tel.	-		fax		-		powiat:	nowodworski	województwo:	pomorskie
	Pesel:		-								
	Nazwa:		-	Nr.		-					
2. Nazwa, adres i numer regon firmy wykonującej audyt:											
<p>CEdomu CERTYFIKACJA I MODERNIZACJA Piotr Moruń ul. Batorego 16/3, 83-330 Żukowo tel. 604 434 360, ce@cedomu.pl NIP 772-192-81-73, REGON 221158537</p>											
3. Imię i nazwisko, adres oraz numer pesel audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:											
<p>mgr inż. Piotr Moruń, 83-330 Żukowo, ul. Batorego 16/3; PESEL 81082609655 <small>uprawnienia do sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej Nr wpisu 2392, Członek ZAE nr 1802</small> <small>Certyfikowany Audytor ds. Energetyki Nr 095</small></p>											
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska i zakresy prac, posiadane kwalifikacje:											
Lp.	Imię i nazwisko:		Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego:			Posiadane kwalifikacje (w tym ew. uprawnienia)					
1	mgr inż. Bartosz Kubryński		wizja lokalna								
2	-		-								
3	-		-								
5. Miejscowość:	Żukowo		data wykonania opracowania:			12 listopada 2015r.					
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.	12				
8	Inwentaryzacja systemu grzewczego i instalacji					str.	13				
9	Obliczeniowy strumień powietrza wentylacyjnego					str.	14				
10	Ocena stanu technicznego budynku, wskazanie usprawnień					str.	15				
11	Dane klimatyczne, stopniodni					str.	16				
12	Część druga - analiza ekonomiczne poszczególnych usprawnień					str.	17				
13	Analiza ekonomiczna - ciepła woda użytkowa					str.	26				
14	Analiza ekonomiczna - system ciepłny					str.	27				
15	Część trzecia - wybór optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, analiza ekonomiczna i energetyczna, wnioski					str.	28				
16	Zestawienie wybranych i zoptymalizowanych usprawnień					str.	29				
17	Prezentacja przyjętych wariantów modernizacji					str.	31				
18	Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu					str.	33				
19	Wnioski					str.	34				
20	Załącznik 1 - bilans cieplny stanu obecnego					str.	35				
21	Załącznik 2 - bilans cieplny optymalnego wariantu modernizacji					str.	43				

Budynek w całości

1. Dane ogólne		stan przed modernizacją	stan po modernizacji
1.	Konstrukcja / technologia budynku:	tradycyjna	tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji:	1	1
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	8 102	8 102
4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	2 167,90	2 167,90
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m ²]	0,00	0,00
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	2 167,90	2 167,90
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	240	240
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	Kotłownia olejowa	Pompa ciepła
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Kotłownia olejowa	Pompa ciepła
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	1,10	1,10
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	budynek szklony	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne		[W/(m ² K)]	stan po modernizacji
1.	Stropodach płaski-łącniki	1,08	0,13
2.	Dach nieogrzewanego poddasza	6,32	6,32
3.	Drzwi zewnętrzne	2,60	1,30
4.	Witryna PCV	2,00	0,90
5.	Okna drewniane	2,00	0,90
6.	Podłoga na gruncie	0,37	0,37
7.	Strop - przestrzeń nieużytkowa	0,43	0,13
8.	Strop sali gimnastycznej	0,45	0,13
9.	Ściana zewnętrzna -styropian 12cm	0,25	0,25
10.	Ściana zewnętrzna	0,48	0,18
3. Sprawności składowe systemu grzewczego			
1.	Sprawność wytwarzania	0,94	3,50
2.	Sprawność przesyłania	0,96	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,77	0,88
4.	Sprawność akumulacji	1,00	0,95
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia:	0,85	0,85
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby:	0,91	0,91
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania	0,88	3,00
2.	Sprawność przesyłania	0,50	0,70
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji	0,95	0,95
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna	mechaniczna/ naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	nieszczelności stolarki / kanały grawitacyjne	nawiewniki / kanały grawitacyjne, wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	12 308	11 026
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	1,52	1,36

Budynek w całości

6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	283,4	167,6
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	18,5	18,5
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	2 193,6	1 259,9
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)[GJ/rok]	2 441,9	346,9
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	157,0	32,9
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie, przeliczone na warunki sezonu standardowego i na przygotowanie c.w.u. (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	Brak danych	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	Brak danych	-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m2rok)]	281,3	161,6
9.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m2rok)]	313,1	44,5
10.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,0	71,02
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1a.	Cena 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku [zł/GJ]	99,28	163,88
1.b	Cena 1 GJ na produkcję c.w.u.	99,28	163,88
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewania na miesiąc [zł/(MW m-c)]	0,00	0,00
3.	Koszt przygotowania 1m ³ ciepłej wody użytkowej [zł/m3]	44,78	15,49
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]	9,38	2,24
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m2 m-c]	-	-
7.	Inne - roczne koszty obsługi kotłowni [zł]	1500	1500
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu [zł]:	2 761 792,56	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	85,39%
Planowane koszty całkowite [zł]	2 761 792,56	Premia termomodernizacyjna [zł]	391 541,01
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	195 770,50		

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.
12. Wizja lokalna.

Podstawowe wytyczne inwestora, ustalenia

<p>Wymagany opór cieplny R dla przegród po modernizacji przyjęto dla Warunków Technicznych mających obowiązywać po roku 2021. Wymiana źródeł ciepła na bardziej ekologiczne (OZE)</p>

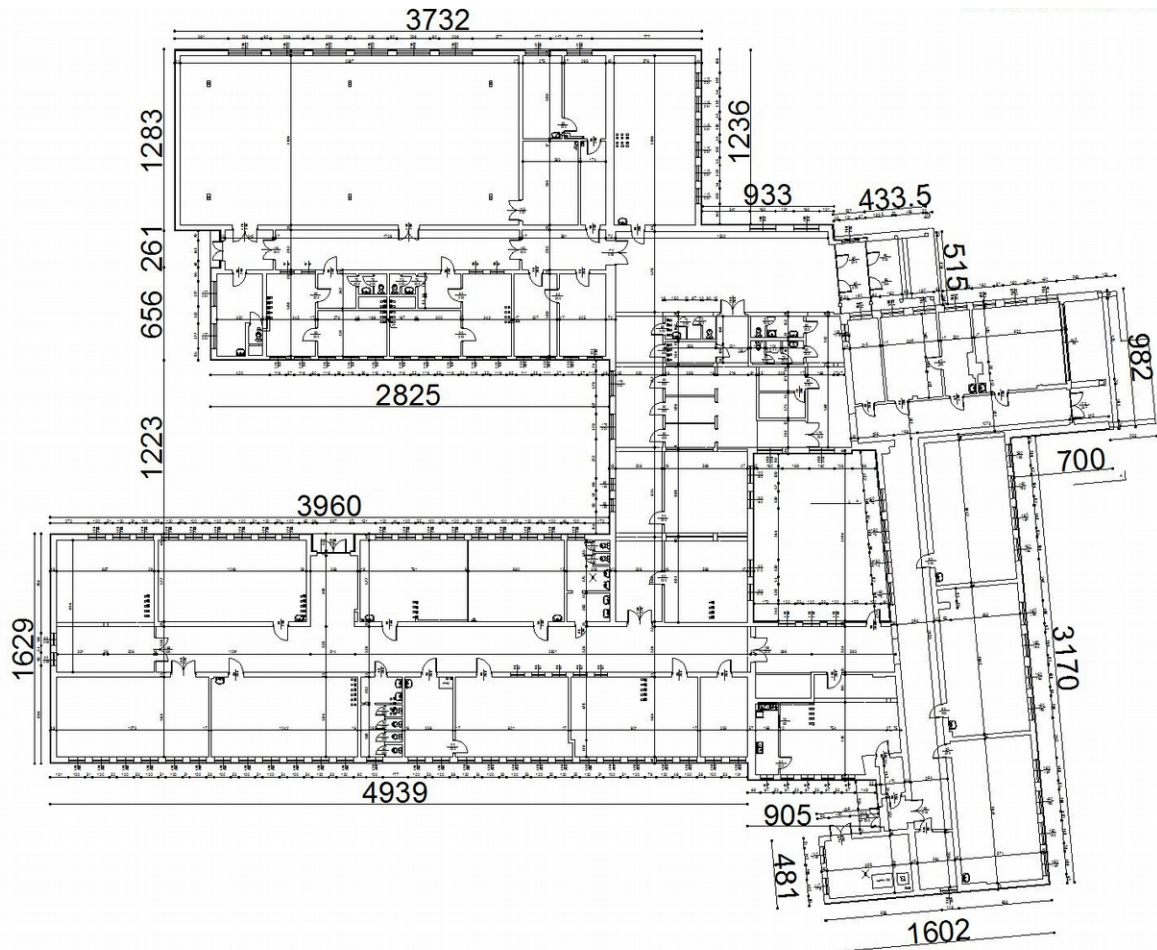
Część pierwsza

Dane inwentaryzacyjne, wyznaczenie
niezbędnych usprawnień
termomodernizacyjnych





Inwentaryzacja - dane techniczne budynku

Powierzchnia przegród zewnętrznych według rodzaju		
Stropodach płaski-łączniki	[m ²]	236,9
Dach nieogrzewanego poddasza	[m ²]	2 083,4
Drzwi zewnętrzne	[m ²]	18,4
Witryna PCV	[m ²]	30,8
Okna drewniane	[m ²]	326,4
Podłoga na gruncie	[m ²]	2 437,5
Strop - przestrzeń nieużytkowa	[m ²]	1 812,4
Strop sali gimnastycznej	[m ²]	287,4
Ściana zewnętrzna -styropian 12cm	[m ²]	101,3
Ściana zewnętrzna	[m ²]	1 555,1
0	[m ²]	0,0
Wysokości		
Zagłębienie w gruncie	[m]	0,00
Najczęstsza wysokość w świetle	[m]	3,30
Wysokość piwnicy w świetle	[m]	0,00
Najczęstsza wysokość brutto	[m]	3,60
Inne dane techniczne		
liczba mieszkań	[szt.]	0
Liczba użytkowników		240
Liczba kondygnacji	[szt.]	1
Liczba klatek schodowych	[szt.]	0
Dane powierzchniowe budynku		
Powierzchnia użytkowa pomieszczeń mieszkalnych	[m ²]	0,00
Powierzchnia użytkowa pomieszczeń niemieszkalnych	[m ²]	2 167,90
Powierzchnia poddasza ogrzewanego	[m ²]	0,0
Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych pozostałych	[m ²]	0,0
Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych netto	[m ²]	2 167,90
Powierzchnia zabudowy	[m ²]	2 543,3
Całkowita powierzchnia brutto	[m ²]	2 545,3
Powierzchnia użytkowa	[m ²]	2 167,90
Dane kubaturowe budynku		
Kubatura netto ogrzewana	[m ³]	8 102
Całkowita kubatura brutto	[m ³]	12 510
Współczynnik kształtu A/V [1/m]		1,10





Rzut kondygnacji







Opis do uproszczonej dokumentacji technicznej budynku Szkoły Podstawowej w Tujsku

<p>Dane ogólne, forma architektoniczna</p>		<p>W budynku w Tujsku mieści się Szkoła Podstawowa i Gimnazjum. Budynek szkolny jest budynkiem jednokondygnacyjnym składającym się z kompleksu kilku budynków parterowych nie podpiwniczonych. Budynki te przylegają do siebie i połączone są ze sobą, różnią się jedynie konstrukcją i kształtem dachu.</p>
<p>Konstrukcja budynku, technologia wykonania</p>		<p>Konstrukcja tradycyjna mieszana: mury murowane konstrukcyjne z cegły ceramicznej, bloczków gazobetonowych, stropy żelbetowe z płyt kanałowych, wieża dachowa drewniana nad salą sportową kratownica stalowa. Część budynków-łączników pokryta została stropodachami płaskimi, z pokryciem papowym.</p>
<p>Charakterystyka funkcjonalno- przestrzenna</p>		<p>Budynek użyteczności publicznej pełniący funkcję szkoły.</p>
<p>Elementy charakterystyczne</p>		<p>Duża witryna wejściowa.</p>

ELEWACJE



<p>Warstwa fakturowa, tynk</p>		<p>Budynek otynkowany tynkiem cementowo – wapiennym. Ściany zewnętrzne ocieplone styropianem 5 cm, jedna ściana szczytowa (NW) sali gimnastycznej docieplona styropianem 12 cm .</p>
<p>Stolarka okienna i drzwiowa</p>		<p>Obiekt jest wyposażony w okna drewniane i kilka PCV od frontu. Drzwi zewnętrzne PCV.</p>
<p>Rynny, rury spustowe, obróbki blacharskie, parapety</p>		<p>Opierzenia oraz rynny i rury spustowe z blachy stalowej ocynkowanej.</p>
<p>Elementy charakterystyczne</p>		<p>Ozdobna elewacja.</p>

STAN TECHNICZNY

<p>Warstwa fakturowa, tynk</p>		<p>Stan techniczny elewacji dostateczny miejscami zły. W wyniku występujących licznych zaciekań i uszkodzonych obróbek blacharskich zawilgocona jest struktura tynków zewnętrznych. Występują liczne rozwarstwienia tynków i ich przebarwienia.</p>
<p>Cokół</p>		<p>Stan techniczny cokołu dostateczny.</p>
<p>Stolarka okienna</p>		<p>Stan techniczny stolarki okiennej drewnianej dostateczny.</p>
<p>Rynny i rury spustowe, obróbki blacharskie</p>		<p>Obróbki blacharskie w stanie dostatecznym miejscami złym, rynny i rury spustowe - stan zły.</p>

Stolarka drzwiowa zewnętrzna		Stan techniczny drzwi zewnętrznych dostateczny.
Inne		Wewnętrzny dziedziniec.

SYSTEM GRZEWczy

Źródło ciepła		Kocioł na olej opałowy.
Instalacja		Grzejniki żeliwne bez zaworów termostatycznych.

Inwentaryzacja - charakterystyka energetyczna budynku		
Koszty jednostkowe energii cieplnej (olej opałowy)		
Koszt paliwa	[PLN/Mg]	3 990,00 zł
Średnia wartość opałowa	[GJ/Mg]	40,19
Opłata zmienna za przesłane paliwo w przeliczeniu na jednostki energii cieplnej	[PLN/GJ]	99,28 zł
Procentowy udział poszczególnych źródeł energii cieplnej w bilansie c.o. budynku		
Rodzaj źródła	Powierzchnia użytkowa	Udział procentowy
Olej opałowy	2167,90	100,00%
SUMA	2167,90	100%
Procentowy udział poszczególnych źródeł energii cieplnej w bilansie c.w.u. budynku		
Rodzaj źródła	Liczba użytkowników	Udział procentowy
<i>Olej opałowy</i>	240	100%
<i>SUMA</i>	240	100%
Koszty jednostkowe energii cieplnej na cele c.o. i c.w.u.		
Opłata stała	[PLN/MW*m-c]	0,00 zł
Opłata zmienna	[PLN/GJ]	99,28 zł
Koszty jednostkowe energii cieplnej na cele c.o. i c.w.u. po modernizacji (energia elektryczna do zasilania pompy ciepła).		
Opłata stała	[PLN/MW*m-c]	0,00 zł
Opłata zmienna	[PLN/GJ]	163,88 zł
Koszty jednostkowe wyprodukowania 1 GJ energii cieplnej na cele c.o. po modernizacji (energia elektryczna do zasilania pompy ciepła z uwzględnieniem sprawności instalacji).		
Opłata stała	[PLN/MW*m-c]	0,00 zł
Opłata zmienna	[PLN/GJ]	58,34 zł
Dodatkowe koszty związane z obsługą kotłowni*		
Przed modernizacją	[PLN/rok]	1 500,00 zł
Po modernizacji	[PLN/rok]	1 500,00 zł

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

Inwentaryzacja - charakterystyka systemu grzewczego oraz instalacji

System grzewczy		
Rodzaj zasilania budynku, opis urządzeń	Budynek zasilany w ciepło z kotłowni olejowej. Instalacja c.o. oparta o grzejnikach żeliwnych i stalowych płytowych bez zaworów termostatycznych. Stan techniczny instalacji zły. Niedogrzanie części pomieszczeń z powodu niewydolności systemu c.o.	
Sposób użytkowania	Zakłada się, że system pracuje z godzinowymi i dobowymi przerwami w ogrzewaniu.	
Modernizacje systemu po roku 1984	Instalacja i kocioł zamontowane po 1984 roku.	
Instalacja centralnego ogrzewania budynku		
Zasilanie instalacji	pompowe	
Parametry wody instalacyjnej	[st. C]	90/70
Rodzaj grzejników / usytuowanie	Żeliwne i stalowe płytowe usytuowane pod oknami	
Rodzaj przewodów instalacyjnych	stalowe	
Zawory z głowicami termostatycznymi	Nie	
Zawory regulacyjne podpiłowe	-	
Dodatkowa izolacja za grzejnikami	-	
Prowadzenie / izolacja pionów	po wierzchu / brak izolacji	
Prowadzenie / izolacja poziomów	po wierzchu / izolacja w dotychczasowym stanie technicznym	
Sprawności składowe systemu grzewczego przed modernizacją		
Sprawność wytwarzania	-	0,94
Sprawność przesyłania	-	0,96
Sprawność regulacji i wykorzystania	-	0,77
Sprawność akumulacji	-	1,00
Współczynnik przerw tygodniowych	-	0,85
Współczynnik przerw dobowych	-	0,91
Instalacja ciepłej wody użytkowej		
Sposób przygotowania c.w.u., opis urządzeń	Centralnie w zasobniku przez kocioł olejowy.	
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	-	12 308
Średni współczynnik c _r dla budynku	-	1,00
Strumień powietrza wentylacyjnego	-	12 308

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	8102,3	1,52	12308
SUMA				12308
Wielkości sumarycznie				
Obliczeniowa ilość powietrza wentylacyjnego			[m ³ /h]	12308
Średni współczynnik korekcyjny (c_r , c_w)			-	1,00
Strumień powietrza wentylacyjnego przed modernizacją			[m ³ /h]	12308

Stan techniczny budynku, wskazanie przedsięwzięć termomodernizacyjnych

System grzewczy		
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
Zasilanie budynku	Budynek zasilany w ciepło z kotłowni olejowej zlokalizowanej w budynku. Dobry stan techniczny urządzeń.	Wymiana instalacji c.o. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostatyczne lub regulatory strefowe) - przystosowanie do pracy niskotemperaturowej. Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. Montaż pompy ciepła z gruntowym wymiennikiem jako źródła ciepła dla instalacji c.o. Zaleca się sondy pionowe dolnego źródła ze względu na większą stabilność parametrów.
Poziomy c.o. w piwnicy	brak	
Urządzenia wykonawcze grzejniki c.o.	Grzejniki wodne żeliwne zły stan techniczny oraz stalowe płytowe stan techniczny dostateczny.	
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
Ściany zewnętrzne	Ściany zewnętrzne nadziemne docieplone styropianem grubości 5cm, w dostatecznym stanie technicznym. Jedna ściana szczytowa Sali gimnastycznej styropian 12cm.	Docieplenie wszystkich ścian zewnętrznych wraz ze strefą cokołową, oprócz ściany docieplonej styropianem 12cm, styropianem o współczynniku przewodzenia ciepła maksymalnie 0,031 W/mK. Usunięcie starego styropianu.
Stolarka okienna	Stolarka okienna drewnian z szyby zespolone w stanie dostatecznym oraz PCV od frontu w stanie dostatecznym.	Przewiduje się wymianę wszystkich okien na stolarkę energooszczędną PCV o współczynniku przenikania ciepła nie większym niż 0,9 W/m ² K.
Stolarka drzwiowa	Drzwi zewnętrzne PCV w stanie dostatecznym.	Przewiduje się wymianę wszystkich drzwi zewnętrznych na stolarkę energooszczędną.
Dach / stropodach	Stropodach płaski nad łącznikami nieocieplony. Zły stan techniczny pokrycia dachowego. Stropodachy wentylowane docieplone wełną grubości 10 cm. Liczne przecieki pokrycia dachowego.	Przewiduje się docieplenie dachu płaskiego nad łącznikami za pomocą styropianu EPS 100 lub wełny mineralnej o współczynniku przewodzenia ciepła nie większym niż 0,038 W/mK. Pokrycie papą termozgrzewalną. Docieplenie stropodachu wentylowanego nad pozostałą częścią za pomocą wełny mineralnej luzem - metoda pneumatyczna, współczynnik przewodzenia ciepła 0,038 W/mK. Wymiana pokrycia dachowego.
Instalacja c.w.u.		
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
c.w.u.	Centralnie w zasobniku przez kocioł olejowy.	Wymiana i podłączenie instalacji c.w.u. do nowego źródła zasilania. Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostatycznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.
Wentylacja		
Element	Stan techniczny	Proponowane rozwiązanie
Wentylacja	Wentylacja naturalna. W budynku obserwuje się niedobór powietrza wentylacyjnego w sali gimnastycznej.	Zastosowanie wentylacji wymuszonej na sali gimnastycznej. Montaż centrali wentylacyjnej z odzyskiem ciepła. Przy wymianie okien na bardzo szczelne w pomieszczeniach bez wentylacji mechanicznej przewiduje się montaż nawiewników okiennych lub podokienne z regulacją w ilości zapewniającej prawidłową wentylację pomieszczeń.
Roboty dodatkowe		
Zakłada się konieczność wykonania robót dodatkowych mających na celu ochronę wyremontowanych przegród przed działaniem szkodliwych czynników atmosferycznych (np. wymiana lub remont obróbek blacharskich i rur spustowych, wymiana parapetów, osuszenie oraz wykonanie izolacji pionowej i poziomej ścian). Ponadto zakłada się konieczność remontu lub wymiany innych elementów budynku, które mogą zostać naruszone podczas wykonywania prac modernizacyjnych lub nie spełniać prawidłowo swojej funkcji po wykonaniu usprawnień.		

Dane klimatyczne, stopniodni

Normowa temp. w pomieszczeniach użytkowych =												20,0 [°C]
Stacja meteorologiczna: Elbląg												
Miesiąc:	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
T _e (m) - Średnia wieloletnie temp. miesiąca [°C]	-1,9	-2,0	1,6	6,4	11,7	15,2	16,4	15,5	13,1	7,8	3,2	0,1
Ld(m) - liczba dni ogrzewanych	31	28	31	30	10	0	0	0	5	31	30	31
Oblicz. temperatura zew., T _{emin} [°C]	-18											

Temp. wew.	Liczba stopniodni w roku	Liczba stopniodni w danym miesiącu											
Sd_10°C	1 652	368,9	336,0	260,4	108,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	68,2	204,0	306,9
Sd_25°C	5 025	833,9	756,0	725,4	558,0	133,0	0,0	0,0	0,0	59,5	533,2	654,0	771,9
Sd_22°C	4 344	740,9	672,0	632,4	468,0	103,0	0,0	0,0	0,0	44,5	440,2	564,0	678,9
Sd_20°C	3 890	678,9	616,0	570,4	408,0	83,0	0,0	0,0	0,0	34,5	378,2	504,0	616,9
Sd_18°C	3 436	616,9	560,0	508,4	348,0	63,0	0,0	0,0	0,0	24,5	316,2	444,0	554,9
Sd_16°C	2 982	554,9	504,0	446,4	288,0	43,0	0,0	0,0	0,0	14,5	254,2	384,0	492,9
Sd_12°C	2 079	430,9	392,0	322,4	168,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	130,2	264,0	368,9
Sd_8°C	1 228	306,9	280,0	198,4	48,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,2	144,0	244,9
Sd_4°C	570	182,9	168,0	74,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,0	120,9

Część druga

Analiza ekonomiczna poszczególnych
usprawnień termomodernizacyjnych,
optymalizacja usprawnień

Wybór optymalnego wariantu docieplenia ścian zewnętrzne kondygnacji nadziemnych

Dane ogólne do obliczeń

Oплата za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	0,00	zł/(MW) ×miesiąc
Oплата za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	58,34	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	$t_{zo} =$	-18,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 890	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	0,48	W/(m ² ×K)
Powierzchnia ścian - powierzchnia zewnętrzna netto po odjęciu otworów okiennych i drzwiowych	$A_{\Sigma c} =$	1 555,1	m ²
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	19,61	(zł×K)/W×a

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się usunięcie starego styropianu i docieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych za pomocą styropianu specjalnego (grafitowego) o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031$ W/mK. Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość izolacji równą 14 cm. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszystkie ceny zawierają podatek VAT 23 %.

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	ΔR	U_m	ΔO_{rU}	SPBT	Nu
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 14 cm	348,09 zł/m ²	4,52	0,182	8 949,33 zł	60,487	541 318,24 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 16 cm	372,69 zł/m ²	5,16	0,162	9 529,57 zł	60,818	579 573,95 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 18 cm	397,29 zł/m ²	5,81	0,147	9 999,69 zł	61,785	617 829,65 zł
Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 12 cm	323,49 zł/m ²	3,87	0,206	8 215,17 zł	-	503 062,53 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 5,509$ m²K/W jest większy od wymaganego wynoszącego $R_{min} = 5,0$ m²K/W.						

Legenda:

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

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

Nu [zł]- Planowane koszty robót

ΔR m²K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

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

Wybór optymalnego wariantu docieplenia stropodachu płaskiego niewentylowanego

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	0,00	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	58,34	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	$t_{zo} =$	-18,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 890	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	1,08	W/(m ² ×K)
Powierzchnia stropu/dachu/podłogi poddasza	$A =$	236,9	m ²
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	19,61	(zł×K)/W×a

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie stropodachu niewentylowanego od zewnątrz styropianem o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,038$ W/mK - laminowanym papą termozgrzewalną. Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość izolacji równą 25 cm. Docieplenie o grubości 18 i 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	$\Delta O_{r,u}$	SPBT	Nu
Docieplenie stropodachu od zewnątrz - styropian EPS 100 - 25 cm	341,94 zł/m ²	6,58	0,133	4 397,90 zł	18,419	81 005,59 zł
Docieplenie stropodachu od zewnątrz - styropian EPS 100 - 30 cm	367,00 zł/m ²	7,89	0,113	4 490,24 zł	19,363	86 942,30 zł
Docieplenie stropodachu od zewnątrz - styropian EPS 100 - 18 cm	307,50 zł/m ²	4,74	0,177	4 196,56 zł	-	72 846,75 zł
Docieplenie stropodachu od zewnątrz - styropian EPS 100 - 20 cm	317,34 zł/m ²	5,26	0,162	4 266,31 zł	-	75 177,85 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 7,505$ m²K/W jest większy od wymaganego wynoszącego $R_{min} = 6,66$ m²K/W.						

Legenda:

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

$\Delta O_{r,u}$ [zł/rok]- Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku uprawnienia termomodernizacyjnego

Nu [zł]- Planowane koszty robót

DR m²K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

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

Wybór optymalnego wariantu docieplenia stropu wentylowanego w przestrzeni nieużytkowej nad salą gimnastyczną

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	0,00	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	58,34	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	$t_{zo} =$	-18,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 890	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	0,45	W/(m ² ×K)
Powierzchnia stropu/dachu/podłogi poddasza	$A =$	287,4	m ²
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	19,61	(zł×K)/W×a

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie stropu w przestrzeni nieużytkowej wełną mineralną o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,038$ W/mK - częściowa wymiana pokrycia dachowego. Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość izolacji równą 20 cm. Docieplenie o grubości 15 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	$\Delta O_{r,u}$	SPBT	Nu
Docieplenie stropu w przestrzeni nie użytkowej - wełna mineralna - 20 cm	215,25 zł/m ²	5,26	0,134	1 783,10 zł	34,694	61 862,85 zł
Docieplenie stropu w przestrzeni nie użytkowej - wełna mineralna - 25 cm	233,70 zł/m ²	6,58	0,114	1 895,65 zł	35,431	67 165,38 zł
Docieplenie stropu w przestrzeni nie użytkowej - wełna mineralna - 30 cm	252,00 zł/m ²	7,89	0,099	1 978,93 zł	36,598	72 424,80 zł
Docieplenie stropu w przestrzeni nie użytkowej - wełna mineralna - 15 cm	196,80 zł/m ²	3,95	0,162	1 622,54 zł	-	56 560,32 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 7,485$ m ² K/W jest większy od wymaganego wynoszącego $R_{min} = 5,0$ m ² K/W oraz zgodnego z WT2021 $R_{min}=6,66$ m ² K/W.						

Legenda:

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

$\Delta O_{r,u}$ [zł/rok]- Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku uprawnienia termomodernizacyjnego

Nu [zł]- Planowane koszty robót

DR m²K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

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

Wybór optymalnego wariantu docieplenia stropu w przestrzeni nieużytkowej

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	0,00	zł/(MW) ×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	58,34	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	$t_{zo} =$	-18,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 890	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	0,43	W/(m ² ×K)
Powierzchnia stropu/dachu/podłogi poddasza	$A =$	1 812,4	m ²
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego	$W_E =$	19,61	(zł×K)/W×a

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie stropu sali gimnastycznej wełną mineralną o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,038$ W/mK - częściowa wymiana pokrycia dachowego. Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość izolacji równą 20 cm. Docieplenie o grubości 15 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	$\Delta O_{r,u}$	SPBT	Nu
Docieplenie stropu w przestrzeni nie użytkowej - wełna mineralna - 20 cm	215,25 zł/m ²	5,26	0,132	10 630,68 zł	36,697	390 119,10 zł
Docieplenie stropu w przestrzeni nie użytkowej - wełna mineralna - 25 cm	233,70 zł/m ²	6,58	0,112	11 323,59 zł	37,405	423 557,88 zł
Docieplenie stropu w przestrzeni nie użytkowej - wełna mineralna - 30 cm	252,00 zł/m ²	7,89	0,098	11 837,99 zł	38,581	456 724,80 zł
Docieplenie stropu w przestrzeni nie użytkowej - wełna mineralna - 15 cm	196,80 zł/m ²	3,95	0,160	9 646,84 zł	-	356 680,32 zł
Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 7,583$ m ² K/W jest większy od wymaganego wynoszącego $R_{min} = 5,0$ m ² K/W oraz zgodnego z WT2021 $R_{min}=6,66$ m ² K/W.						

Legenda:

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

$\Delta O_{r,u}$ [zł/rok]- Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku uprawnienia termomodernizacyjnego

Nu [zł]- Planowane koszty robót

DR m²K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

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

Wybór optymalnego wariantu wymiany stolarki okiennej PCV

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	0,00	zł/(MW)×miesiąc]
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	58,34	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	$t_{zo} =$	-18,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 890	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	2,00	W/(m ² ×K)
Powierzchnia okien do wymiany	$A =$	30,8	m ²
Współczynniki przepływu powietrza przez szczeliny okien lub drzwi przed i po termomodernizacji, określane w oparciu o Tabelę 1 z rozporządzenia MI	$a_0 =$	4,00	[m ³ /[m·h·daPa ^{2/3}]]
	$a_1 =$	0,30	
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cr_0 =$	1,00	-
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cm_0 =$	1,00	-
	$cm_1 =$	1,00	-
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cw =$	1,00	-

	Cena jednostkowa	CR	U_m	ΔO_{rU}	SPBT	Nu
Wymiana okien na stolarkę PCV, $U = 0,9$ W/m ² K	947,10 zł/m ²	0,85	0,90	664,77 zł	43,910	29 189,62 zł
Wymiana okien na stolarkę PCV, $U = 1,3$ W/m ² K	922,50 zł/m ²	0,85	1,30	423,03 zł	67,209	28 431,45 zł
Wymiana okien na stolarkę PCV, $U = 1,6$ W/m ² K	897,90 zł/m ²	0,85	1,60	241,73 zł	114,479	27 673,28 zł
Wymiana okien na stolarkę PCV, $U = 1,8$ W/m ² K	873,30 zł/m ²	0,85	1,80	120,87 zł	222,684	26 915,11 zł

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się wymianę wszystkich okien PCV w części ogrzewanej budynku na stolarkę energooszczędną PCV. Na podstawie analizy ekonomicznej przyjmuje się optymalny współczynnik przenikania ciepła okna na poziomie 0,9 W/m²K. Montaż nawiewników okiennych lub podokiennych w ilości zapewniającej prawidłową wentylację. 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})

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

Nu [zł]- Planowane koszty robót

ΔR m²K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

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

Wybór optymalnego wariantu wymiany stolarki okiennej drewnianej

Dane ogólne do obliczeń

Opłata za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	0,00	zł/(MW)×miesiąc
Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	58,34	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	$t_{zo} =$	-18,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 890	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	2,00	W/(m ² ×K)
Powierzchnia okien do wymiany	$A =$	326,4	m ²
Współczynniki przepływu powietrza przez szczeliny okien lub drzwi przed i po termomodernizacji, określane w oparciu o Tabelę 1 z rozporządzenia MI	$a_0 =$	4,00	[m ³ /[m·h·daPa ^{2/3}]]
	$a_1 =$	0,30	
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cr_0 =$	1,00	-
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cm_0 =$	1,00	-
	$cm_1 =$	1,00	-
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cw =$	1,00	-

	Cena jednostkowa	CR	U_m	ΔO_{rU}	SPBT	Nu
Wymiana okien na stolarkę PCV, $U = 0,9$ W/m ² K	799,50 zł/m ²	0,85	0,90	7 040,23 zł	37,067	260 956,80 zł
Wymiana okien na stolarkę PCV, $U = 1,3$ W/m ² K	774,90 zł/m ²	0,85	1,30	4 480,15 zł	56,455	252 927,36 zł
Wymiana okien na stolarkę PCV, $U = 1,6$ W/m ² K	750,30 zł/m ²	0,85	1,60	2 560,08 zł	95,660	244 897,92 zł
Wymiana okien na stolarkę PCV, $U = 1,8$ W/m ² K	725,70 zł/m ²	0,85	1,80	1 280,04 zł	185,047	236 868,48 zł

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się wymianę okien drewnianych na stolarkę energooszczędną PCV. Okna są w złym stanie technicznym. Na podstawie analizy ekonomicznej przyjmuje się optymalny współczynnik przenikania ciepła okna na poziomie 0,9 W/m²K. Montaż nawiewników okiennych lub podokiennych w ilości zapewniającej prawidłową wentylację. 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})

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

Nu [zł]- Planowane koszty robót

ΔR m²K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

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

Wybór optymalnego wariantu wymiany stolarki drzwiowej zewnętrznej

Dane ogólne do obliczeń

Oплата za 1MW mocy zamówionej	$O_m =$	0,00	zł/(MW) ×miesiąc]
Oплата za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej	$O_z =$	58,34	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	$t_{zo} =$	-18,0	°C
Liczba stopniodni,	$S_d =$	3 890	dzień×K/a
Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą	$U =$	2,60	W/(m ² ×K)
Powierzchnia drzwi do wymiany	$A =$	18,4	m ²
Współczynniki przepływu powietrza przez szczeliny okien lub drzwi przed i po termomodernizacji, określane w oparciu o Tabelę 1 z rozporządzenia MI	$a_0 =$	1,00	[m ³ /({m·h·daPa ^{2/3} })]
	$a_1 =$	1,00	
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cr_0 =$	1,00	-
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cm_0 =$	1,00	-
	$cm_1 =$	1,00	-
Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI	$cw =$	1,00	-

Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	Cr	U _m	ΔO _{r,u}	SPBT	Nu
Wymiana drzwi na stolarkę energooszczędną specjalną, U = 1,3 W/m ² K	2 952,00 zł/m ²	1,00	1,30	469,80 zł	115,805	54 405,36 zł
Wymiana drzwi na stolarkę energooszczędną, U = 1,7 W/m ² K	2 829,00 zł/m ²	1,00	1,70	325,25 zł	160,305	52 138,47 zł

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

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

Legenda:

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

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

Nu [zł]- Planowane koszty robót

DR m²K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

U_m W/m²K- Współczynnik przenikania ciepła przegród

Wybór optymalnego wariantu usprawnienia wentylacji mechanicznej

Dane ogólne do obliczeń			
$O_m =$	0,00	[zł/(MW × miesiąc)]	Oплата za 1MW mocy zamówionej
$O_z =$	58,34	[zł/GJ]	Oплата za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej
$t_{wo} =$	20,0	[°C]	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą
$t_{zo} =$	-18,0	[°C]	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą
$S_d =$	3 890	[dzień×K/a]	Liczba stopniodni,
SPBT		[lata]	Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych
DO_{ru}		[zł/a]	Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku uprawnienia termomodernizacyjnego
Nu		[zł]	Planowane koszty robót

DO_{rd}	SPBT	Rodzaj usprawnienia	Nu
7 969,71	14,585	Montaż centrali wentylacyjnej z odzyskiem ciepła Zakłada się instalację wentylatorów z wymiennikiem krzyżowym przeciwprądowym o nominalnej sprawności ok. 80%. Rekuperacja ciepła o średniorocznej sprawności 56%.	116 235,00

Oszczędność energii dla wentylacji po modernizacji: 136,6 GJ/a

Redukcja mocy po modernizacji: 31,26 kW

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

Dane ogólne do obliczeń:

O_{m0}	0,00	[zł/(MW × miesiąc)]	Oплата за 1MW mocy zamówionej przed modernizacją
O_{z0}	99,28	[zł/GJ]	Oплата за зручье 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej przed modernizacją
O_{m1}	0,00	[zł/GJ]	Oплата за 1MW mocy zamówionej po modernizacji
O_{z1}	163,88	[zł/GJ]	Oплата за зручье 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej po modernizacji
Q_{ocw}	157,0	[GJ/rok]	Zapotrzebowanie na ciepło przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, określone zgodnie z Polską Normą dotyczącą instalacji wodociagowych, wymagania w projektowaniu
Q_{1cw}		[GJ/rok]	
q_{ocw}	18,5	[kW]	Zapotrzebowanie na moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, określone zgodnie z Polską Normą dotyczącą instalacji wodociagowych, wymagania w projektowaniu
q_{1cw}		[kW]	
SPBT		[lata]	Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych
ΔOr_{cw}		[zł/a]	Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku uprawnienia termomodernizacyjnego
Ncw		[zł]	Planowane koszty robót

Q_1	q_1	ΔOr_{cw}	SPBT	Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	Ncw
32,9	18,5	10 198,88	8,744	Wymiana i podłączenie instalacji c.w.u. do nowego źródła zasilania. Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostatycznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.	-	89 175,00 zł
157,0	18,5	0,00	-	Brak modernizacji systemu c.w.u.	-	0,00 zł

- optymalne usprawnienie systemu c.w.u.

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

0,80 dm ³ /m ² *d	Wartość jednostkowego dobowego zapotrzebowania na ciepłą wodę użytkową
10 st.C	Przyjęta temperatura wody zimnej
55 st.C	Przyjęta temperatura wody podgrzanej
1,73432 m ³ /dobę	Średnie dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. dla budynku ($Q_{\text{śrd}}$)
12 h/dobę	Liczba godzin T rozbioru c.w.u.
41,80 %	Średnia sprawność wytwarzania c.w.u.
157,0 GJ/a	Średnie roczne zapotrzebowanie na ciepło c.w.u. dla budynku
0,145 m ³ /h	Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. dla budynku ($Q_{\text{śrh}}$)
2,447 -	Współczynnik nierównomierności rozbioru wody
0,354 m ³ /h	Maksymalne godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. dla budynku (Q_{maxh})
0 dm ³	Rzeczywista pojemność zasobników c.w.u.
18,5 kW	Moc cieplna dla potrzeb c.w.u. bez uwzględnienia akumulacji (q_{maxh})
18,5 kW	Moc cieplna dla potrzeb c.w.u. z uwzględnieniem akumulacji zasobników

Sprawności składowe systemu c.w.u.		
Sprawność	Przed modernizacją	Po modernizacji
Sprawność wytwarzania c.w.u.	0,88	3,00
Sprawność przesyłu c.w.u.	0,50	0,70
Sprawność akumulacji c.w.u.	0,95	0,95

Wybór optymalnego wariantu modernizacji systemu grzewczego

Dane ogólne do obliczeń:

$O_m =$	0,00	[zł/(MW ×miesiąc]	Oплата за 1MW mocy zamówionej przed modernizacją
$O_{m1} =$	0,00	[zł/(MW ×miesiąc]	Oплата за 1MW mocy zamówionej po modernizacji systemu grzewczego
$O_z =$	99,28	[zł/GJ]	Oплата за зручье 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej przed modernizacją
$O_{z1} =$	163,88	[zł/GJ]	Oплата за зручье 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej po modernizacji systemu grzewczego
$Q_{0co} =$	2 193,6	[GJ]	Sezonowe zapotrzebowanie budynku na ciepło przed termomodernizacją, określone zgodnie z Polską Normą
$q_0 =$	283,4	[kW]	Zapotrzebowanie na moc ciepłą budynku
$h_0 =$	0,69	-	Sprawność ogólna systemu przed modernizacją
$w_{t0} =$	0,85	-	Współczynnik określający przerwyw ogrzewaniu w okresie tygodnia
$w_{d0} =$	0,91	-	Współczynnik określający przerwyw ogrzewaniu w okresie doby
SPBT		[lata]	Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych
ΔO_{rU}		[zł/a]	Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego
Nu		[zł]	Planowane koszty robót

ΔO_{rU}	h_1	q_1	h_g	h_d	h_e	h_s	w_{t1}	w_{d1}	Rodzaj usprawnienia	Cena jednostkowa	SPBT	N_{co}
143 433,22	2,81	283,4	3,50	0,96	0,88	0,95	0,85	0,91	Wymiana instalacji c.o. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostaticzne lub regulatory strefowe) - przystosowanie do pracy niskotemperaturowej. Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. Montaż pompy ciepła z gruntowym wymiennikiem jako źródła ciepła dla instalacji c.o. Zaleca się sondy pionowe dolnego źródła ze względu na większą stabilność parametrów.	-	7,09	1 017 525,00 zł
0,00	0,69	283,4	0,94	0,96	0,77	1,00	0,85	0,91	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	Wymiana i podłączenie instalacji c.w.u. do nowego źródła zasilania. Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostatycznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.	89 175,00	8,74
2	Zastosowanie wentylacji wymuszonej w sali gimnastycznej. Centrala wentylacyjna z odzyskiem ciepła - wymiennik krzyżowym przeciwprądowym o nominalnej sprawności ok. 80%. Rekuperacja ciepła o średniorocznej sprawności 56%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.	116 235,00	14,58
3	Docieplenie stropodachu niewentylowanego płaskiego od zewnątrz - styropian o współczynniku przewodzenia ciepła 0,038 W/mK - 25 cm. Pokrycie papą termozgrzewalną. Docieplenie stropu w przestrzeni nieużytkowej nad pozostałymi częściami budynku - wełną mineralną luzem - współczynnik przewodzenia ciepła 0,038 W/mK - 20 cm, metoda pneumatyczna. Częściowa wymiana pokrycia dachowego.	532 987,54	31,70
4	Wymiana wszystkich okien w całym budynku na stolarkę PCV o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła 0,9 W/m ² K. Wymiana wszystkich drzwi zewnętrznych na stolarkę energooszczędną o współczynniku przenikania ciepła 1,3 W/m ² K. Przy wymianie okien na bardzo szczelne w pomieszczeniach bez wentylacji mechanicznej przewiduje się montaż nawiewników okiennych lub podokiennych z regulacją w ilości zapewniającej prawidłową wentylację pomieszczeń.	344 551,78	42,15
5	Docieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych - styropian specjalny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK, 14 cm. Usunięcie starego styropianu.	541 318,24	60,49

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

L.p.	Zakres usprawnienia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Rodzaj usprawnienia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Wartości sprawności składowych h oraz współczynników w	
1	Wytwarzania ciepła, np. wymiana lokalnego wbudowanego źródła ciepła	Montaż pompy ciepła z gruntowym dolnym źródłem	$h_g =$	3,50
2	Przesyłania ciepła, np. izolacja pionów zasilających	Wymiana instalacji c.o.	$h_d =$	0,96
3	Regulacji systemu grzewczego, np. wprowadzenie automatyki pogodowej	Zastosowanie regulacji centralnej i miejscowej	$h_e =$	0,88
4	Akumulacji ciepła, np. wprowadzenie zasobnika buforowego	Montaż zbiornika buforowego dla pompy ciepła.	$h_s =$	0,95
5	Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	Zastosowanie regulatorów godzinowo-dobowych. Monitoring.	$w_t =$	0,85
6	Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu doby	Zastosowanie regulatorów godzinowo-dobowych. Monitoring.	$w_d =$	0,91
	Sprawność całkowita systemu grzewczego	-	$h_{whphrhe} =$	2,81

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) [zł]
1	<p>Wymiana instalacji c.o. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostaatyczne lub regulatory strefowe) - przystosowanie do pracy niskotemperaturowej. Pełna automatyka obiegu grzewczego. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.</p> <p>Montaż pompy ciepła z gruntowym wymiennikiem jako źródła ciepła dla instalacji c.o. Zaleca się sondy pionowe dolnego źródła ze względu na większą stabilność parametrów.</p> <p>Wymiana i podłączenie instalacji c.w.u. do nowego źródła zasilania.</p> <p>Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostaatycznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.</p> <p>Zastosowanie wentylacji wymuszonej w sali gimnastycznej. Centrala wentylacyjna z odzyskiem ciepła - wymiennik krzyżowym przeciwprądowym o nominalnej sprawności ok. 80%. Rekuperacja ciepła o średniorocznej sprawności 56%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.</p> <p>Docieplenie stropodachu niewentylowanego płaskiego od zewnątrz - styropian o współczynniku przewodzenia ciepła 0,038 W/mK - 25 cm. Pokrycie papą termozgrzewalną. Docieplenie stropu w przestrzeni nieużytkowej nad pozostałymi częściami budynku - wełną mineralną luzem - współczynnik przewodzenia ciepła 0,038 W/mK - 20 cm, metoda pneumatyczna. Częściowa wymiana pokrycia dachowego.</p> <p>Wymiana wszystkich okien w całym budynku na stolarkę PCV o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła 0,9 W/m²K. Wymiana wszystkich drzwi zewnętrznych na stolarkę energooszczędną o współczynniku przenikania ciepła 1,3 W/m²K. Przy wymianie okien na bardzo szczelne w pomieszczeniach bez wentylacji mechanicznej przewiduje się montaż nawiewników okiennych lub podokiennych z regulacją w ilości zapewniającej prawidłową wentylację pomieszczeń.</p> <p>Docieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych - styropian specjalny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK, 14 cm. Usunięcie starego styropianu.</p>	167,6	18,5	1259,9	32,9	2,809	379,8	85,39%	120 000,00
2	<p>Wymiana instalacji c.o. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostaatyczne lub regulatory strefowe) - przystosowanie do pracy niskotemperaturowej. Pełna automatyka obiegu grzewczego. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.</p> <p>Montaż pompy ciepła z gruntowym wymiennikiem jako źródła ciepła dla instalacji c.o. Zaleca się sondy pionowe dolnego źródła ze względu na większą stabilność parametrów.</p> <p>Wymiana i podłączenie instalacji c.w.u. do nowego źródła zasilania.</p> <p>Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostaatycznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.</p> <p>Zastosowanie wentylacji wymuszonej w sali gimnastycznej. Centrala wentylacyjna z odzyskiem ciepła - wymiennik krzyżowym przeciwprądowym o nominalnej sprawności ok. 80%. Rekuperacja ciepła o średniorocznej sprawności 56%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.</p> <p>Docieplenie stropodachu niewentylowanego płaskiego od zewnątrz - styropian o współczynniku przewodzenia ciepła 0,038 W/mK - 25 cm. Pokrycie papą termozgrzewalną. Docieplenie stropu w przestrzeni nieużytkowej nad pozostałymi częściami budynku - wełną mineralną luzem - współczynnik przewodzenia ciepła 0,038 W/mK - 20 cm, metoda pneumatyczna. Częściowa wymiana pokrycia dachowego.</p> <p>Wymiana wszystkich okien w całym budynku na stolarkę PCV o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła 0,9 W/m²K. Wymiana wszystkich drzwi zewnętrznych na stolarkę energooszczędną o współczynniku przenikania ciepła 1,3 W/m²K. Przy wymianie okien na bardzo szczelne w pomieszczeniach bez wentylacji mechanicznej przewiduje się montaż nawiewników okiennych lub podokiennych z regulacją w ilości zapewniającej prawidłową wentylację pomieszczeń.</p>	184,0	18,5	1407,5	32,9	2,809	420,5	83,82%	120 000,00
3	<p>Wymiana instalacji c.o. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostaatyczne lub regulatory strefowe) - przystosowanie do pracy niskotemperaturowej. Pełna automatyka obiegu grzewczego. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.</p> <p>Montaż pompy ciepła z gruntowym wymiennikiem jako źródła ciepła dla instalacji c.o. Zaleca się sondy pionowe dolnego źródła ze względu na większą stabilność parametrów.</p> <p>Wymiana i podłączenie instalacji c.w.u. do nowego źródła zasilania.</p> <p>Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostaatycznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.</p> <p>Zastosowanie wentylacji wymuszonej w sali gimnastycznej. Centrala wentylacyjna z odzyskiem ciepła - wymiennik krzyżowym przeciwprądowym o nominalnej sprawności ok. 80%. Rekuperacja ciepła o średniorocznej sprawności 56%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.</p> <p>Docieplenie stropodachu niewentylowanego płaskiego od zewnątrz - styropian o współczynniku przewodzenia ciepła 0,038 W/mK - 25 cm. Pokrycie papą termozgrzewalną. Docieplenie stropu w przestrzeni nieużytkowej nad pozostałymi częściami budynku - wełną mineralną luzem - współczynnik przewodzenia ciepła 0,038 W/mK - 20 cm, metoda pneumatyczna. Częściowa wymiana pokrycia dachowego.</p>	219,5	18,5	1764,7	32,9	2,809	518,8	80,04%	120 000,00
4	<p>Wymiana instalacji c.o. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostaatyczne lub regulatory strefowe) - przystosowanie do pracy niskotemperaturowej. Pełna automatyka obiegu grzewczego. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.</p> <p>Montaż pompy ciepła z gruntowym wymiennikiem jako źródła ciepła dla instalacji c.o. Zaleca się sondy pionowe dolnego źródła ze względu na większą stabilność parametrów.</p> <p>Wymiana i podłączenie instalacji c.w.u. do nowego źródła zasilania.</p> <p>Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostaatycznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.</p> <p>Zastosowanie wentylacji wymuszonej w sali gimnastycznej. Centrala wentylacyjna z odzyskiem ciepła - wymiennik krzyżowym przeciwprądowym o nominalnej sprawności ok. 80%. Rekuperacja ciepła o średniorocznej sprawności 56%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.</p>	250,7	18,5	2053,6	32,9	2,809	598,4	76,98%	120 000,00

5	Wymiana instalacji c.o. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostaticzne lub regulatory strefowe) - przystosowanie do pracy niskotemperaturowej. Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. Montaż pompy ciepła z gruntowym wymiennikiem jako źródła ciepła dla instalacji c.o. Zaleca się sondy pionowe dolnego źródła ze względu na większą stabilność parametrów.	283,4	18,5	2193,6	32,9	2,809	637,0	75,49%	60 000,00
	Wymiana i podłączenie instalacji c.w.u. do nowego źródła zasilania. Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostaticznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.								
6	Wymiana instalacji c.o. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostaticzne lub regulatory strefowe) - przystosowanie do pracy niskotemperaturowej. Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. Montaż pompy ciepła z gruntowym wymiennikiem jako źródła ciepła dla instalacji c.o. Zaleca się sondy pionowe dolnego źródła ze względu na większą stabilność parametrów.	283,4	18,5	2193,6	157,0	2,809	761,1	70,72%	50 000,00

DOKUMENTACJA WYBORU OPTYMALNEGO 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	2 761 792,56	195 770,50	85,39%	2 761 792,56	552 358,51	441 886,81	391 541,01
					100,00			
2	WARIANT 2	2 220 474,32	189 106,36	83,82%	2 220 474,32	444 094,86	355 275,89	378 212,72
					100,00			
3	WARIANT 3	1 875 922,54	172 988,67	80,04%	1 875 922,54	375 184,51	300 147,61	345 977,34
					100,00			
4	WARIANT 4	1 342 935,00	159 950,11	76,98%	1 342 935,00	268 587,00	214 869,60	319 900,22
					100,00			
5	WARIANT 5	1 166 700,00	153 632,10	75,49%	1 166 700,00	233 340,00	186 672,00	307 264,20
					100,00			
6	WARIANT 6	1 067 525,00	143 433,22	70,72%	1 067 525,00	213 505,00	170 804,00	286 866,44
					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:

Wymiana instalacji c.o. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostaticzne lub regulatory strefowe) - przystosowanie do pracy niskotemperaturowej. Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej.

Montaż pompy ciepła z gruntowym wymiennikiem jako źródła ciepła dla instalacji c.o. Zaleca się sondy pionowe dolnego źródła ze względu na większą stabilność parametrów.

Wymiana i podłączenie instalacji c.w.u. do nowego źródła zasilania.

Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostaticznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.

Zastosowanie wentylacji wymuszonej w sali gimnastycznej. Centrala wentylacyjna z odzyskiem ciepła - wymiennik krzyżowym przeciwprądowym o nominalnej sprawności ok. 80%. Rekuperacja ciepła o średniorocznej sprawności 56%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.

Docieplenie stropodachu niewentylowanego płaskiego od zewnątrz - styropian o współczynniku przewodzenia ciepła 0,038 W/mK - 25 cm. Pokrycie papą termozgrzewalną. Docieplenie stropu w przestrzeni nieużytkowej nad pozostałymi częściami budynku - wełną mineralną luzem - współczynnik przewodzenia ciepła 0,038 W/mK - 20 cm, metoda pneumatyczna. Częściowa wymiana pokrycia dachowego.

Wymiana wszystkich okien w całym budynku na stolarkę PCV o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła 0,9 W/m²K. Wymiana wszystkich drzwi zewnętrznych na stolarkę energooszczędną o współczynniku przenikania ciepła 1,3 W/m²K. Przy wymianie okien na bardzo szczelne w pomieszczeniach bez wentylacji mechanicznej przewiduje się montaż nawiewników okiennych lub podokiennej z regulacją w ilości zapewniającej prawidłową wentylację pomieszczeń.

Docieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych - styropian specjalny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK, 14 cm. Usunięcie starego styropianu.

Przy montażu pomp ciepła zaleca się optymalizację taryfy na energię elektryczną.

UWAGA:

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

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

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

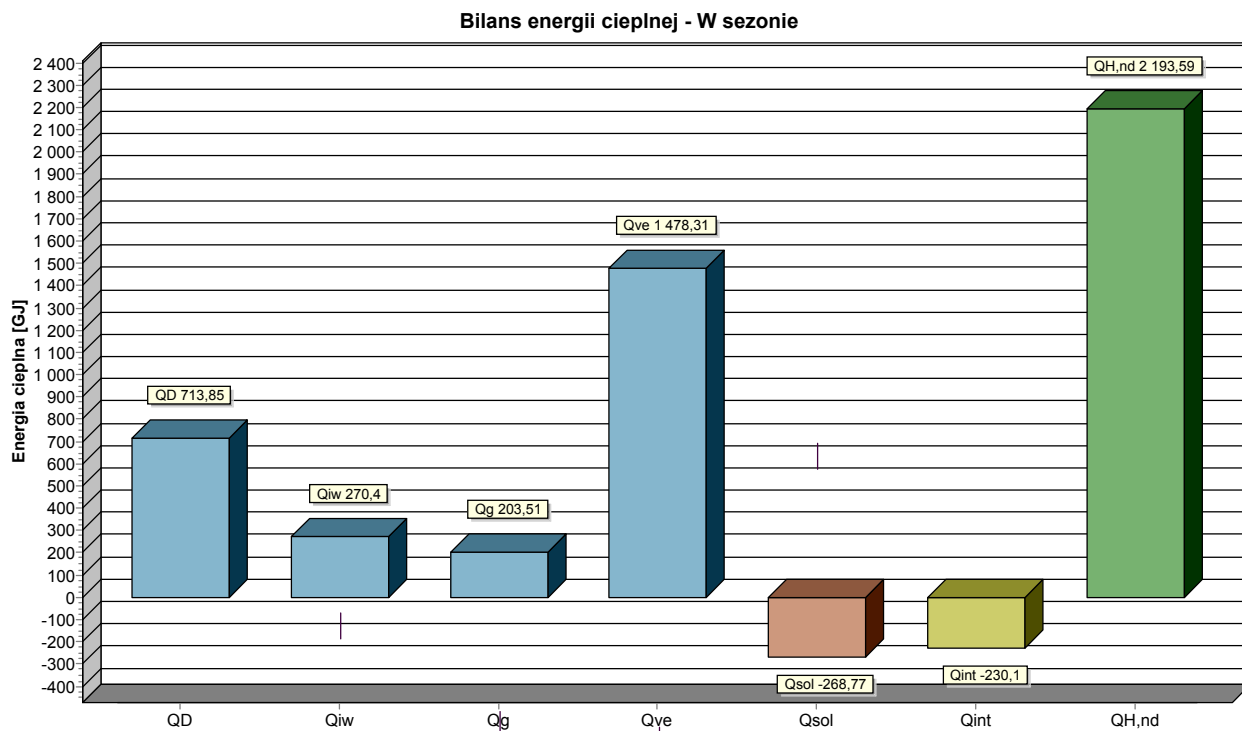
mgr inż. Piotr Moruń

Załącznik 1

Bilans energetyczny budynku przed
modernizacją

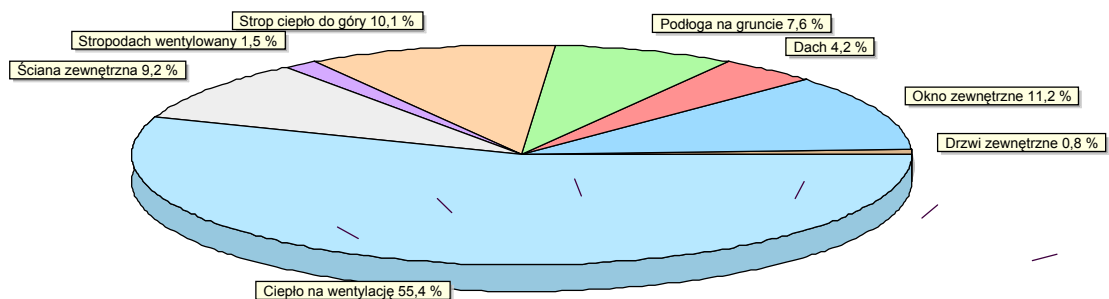
Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Bilans energetyczny budynku - stan istniejący	
	Zespół Szkół	
Miejscowość:	Tujsk	
Adres:	Tujsk 55	
Projektant:	Piotr Moruń	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	II	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-18	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,9	°C
Stacja meteorologiczna:	Elbląg	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	2167,8	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	8102,3	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	123227	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	160144	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	283372	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	283372	W
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Elbląg	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	12308,2	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	2193,59	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	609330	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	2168	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	8102,3	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	1011,9	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	281,1	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	270,7	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	75,2	kWh/(m ³ ·rok)



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	-1,9	116,29	43,33	33,07	235,78	0,997	14,73	26,13	387,75
Luty	28	-2,0	105,54	39,32	30,01	236,91	0,996	17,01	23,60	371,31
Marzec	31	1,6	96,97	36,41	27,61	196,32	0,988	34,77	26,13	297,16
Kwiecień	30	6,4	68,19	26,04	19,47	142,21	0,966	44,92	25,29	188,10
Maj	31	11,7	41,20	16,42	11,84	82,46	0,847	68,16	26,13	72,04
Czerwiec	0	15,2	21,17	9,19	6,17	43,01	0,647	67,59	25,29	19,41
Lipiec	0	16,4	15,71	7,12	4,69	30,59	0,531	66,33	26,13	9,06
Sierpień	0	15,5	20,22	8,90	5,91	39,62	0,667	56,42	26,13	19,55
Wrzesień	30	13,1	32,39	13,21	9,34	66,68	0,889	36,98	25,29	66,28
Październik	31	7,8	62,73	24,14	17,93	126,43	0,977	26,69	26,13	179,64
Listopad	30	3,2	85,29	32,17	24,30	178,29	0,994	13,28	25,29	281,70
Grudzień	31	0,1	105,25	39,37	29,95	213,23	0,996	12,22	26,13	349,60
W sezonie	273	7,3	713,85	270,40	203,51	1478,31	0,947	268,77	230,10	2193,59

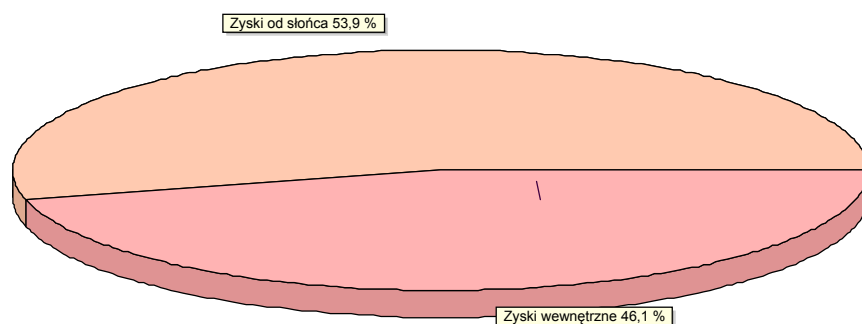
Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



0,8 % Drzwi zewnętrzne	11,2 % Okno zewnętrzne	4,2 % Dach
7,6 % Podłoga na gruncie	10,1 % Strop ciepło do góry	1,5 % Stropodach wentylowany
9,2 % Ściana zewnętrzna	55,4 % Ciepło na wentylację	

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	20,16	5599	0,8
Okno zewnętrzne	298,10	82805	11,2
Dach	111,04	30843	4,2
Podłoga na gruncie	203,51	56530	7,6
Strop ciepło do góry	270,40	75112	10,1
Stropodach wentylowany	39,05	10847	1,5
Ściana zewnętrzna	245,51	68197	9,2
Ciepło na wentylację	1478,31	410642	55,4
Razem	2666,08	740577	100,0

Szczegółowe zestawienie zysków energii cieplnej







53,9 % Zyski od słońca 46,1 % Zyski wewnętrzne

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
• Zyski od słońca	268,77	74658	53,9
Zyski wewnętrzne	230,10	63917	46,1
Σ Razem	498,87	138575	100,0

Wyniki - Zestawienie przegród

Opis	U	A
	$W/m^2 \cdot K$	m^2
Stropodach płaski-łączniki	1,080	236,90
Dach nieogrzewanego poddasza	6,317	2083,40
Drzwi zewnętrzne	2,600	18,43
Witryna PCV	2,000	30,82
Okna drewniane	2,000	326,40
Podłoga na gruncie	0,368	2437,46
Strop - przestrzeń nieużytkowa	0,431	1812,40
Strop sali gimnastycznej	0,450	287,40
Ściana zewnętrzna -styropian 12cm	0,250	101,30
Ściana zewnętrzna	0,475	1555,11

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					
0,0150	Dachówka ceramiczna.	0,820	1800	0,880	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]:					0,158
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:					6,317
 DM	Stropodach płaski-łączniki				
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0100	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,056
0,0500	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęs	1,000	1900	0,840	0,050
0,1000	Żużel wielkopieczowy granulat lub keramzy	0,200	700	0,750	0,500
0,2400	Strop żelbetowy kanałowy o wysokości 22-		1400	0,840	0,180
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]:					0,926
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:					1,080
 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					
0,0100	Terakota.	1,050	2000	0,840	0,010
0,0500	Podkład z betonu pod posadzkę.	1,400	2200	0,840	0,036
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	Piasek pylasty.	0,550	1800	0,840	0,545
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]:					2,719
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:					0,368
 STR1	Strop - przestrzeń nieużytkowa				
Rodzaj przegrody: Strop ciepło do góry, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,1000	Filce i maty z wełny minerlanej w stropi	0,052	70	0,750	1,923
0,2400	Strop żelbetowy kanałowy o wysokości 22-		1400	0,840	0,180
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]:					2,321

Wyniki - Przegrody

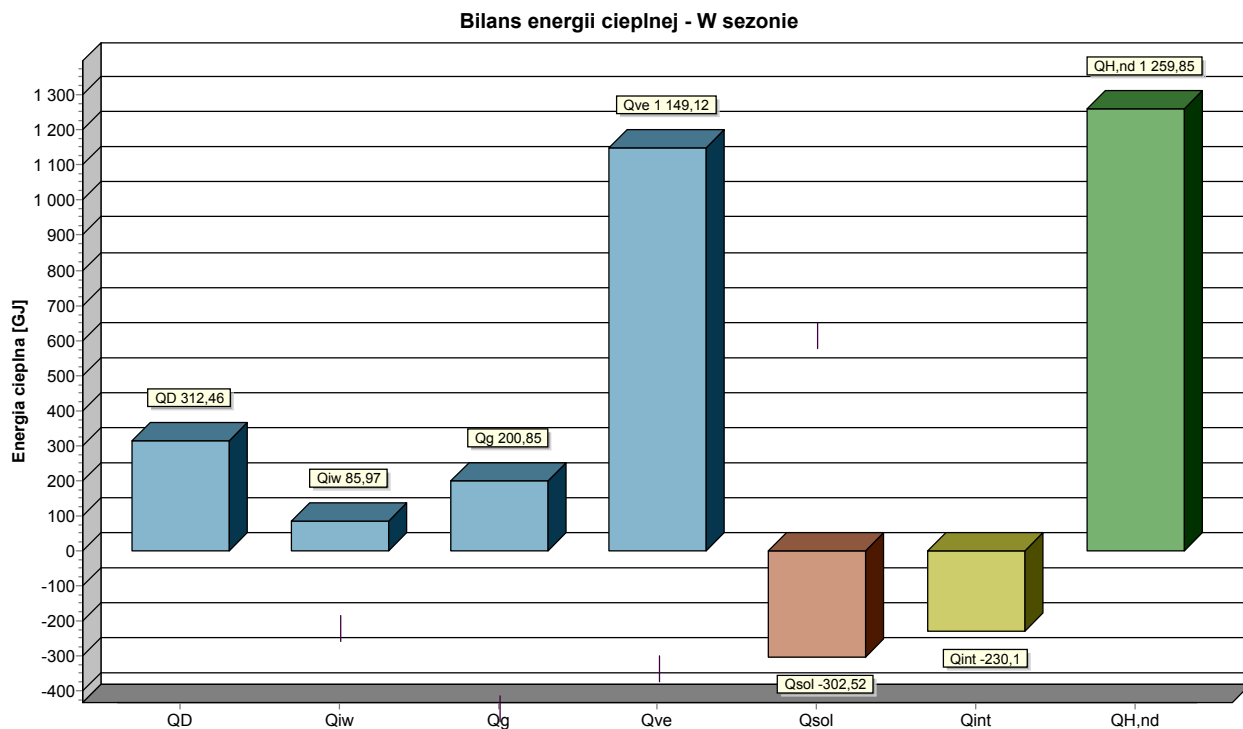
D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,431
 STR2	Strop sali gimnastycznej				
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgot					
0,0070	Blacha trapezowa lub dachówkowa.	58,000	7800	0,440	0,000
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
0,1000	Filce i maty z wełny mineralnej w stropie	0,052	70	0,750	1,923
0,0250	Płyty gipsowo-kartonowe.	0,230	1000	1,000	0,109
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]:					2,222
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,450
 SZ1	Ściana zewnętrzna				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
0,2400	Pustak ścienny typu U 185x250x220.	0,520	960	0,840	0,462
0,1200	Ściana z bloczków z betonu komórkowego o	0,350	700	0,840	0,343
0,0500	Styropian - inne przypadki.	0,045	30	1,460	1,111
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]:					2,104
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,475
 SZ2	Ściana zewnętrzna -styropian 12cm				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
0,2400	Pustak ścienny typu U 185x250x220.	0,520	960	0,840	0,462
0,1200	Ściana z bloczków z betonu komórkowego o	0,350	700	0,840	0,343
0,1200	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	30	1,460	3,000
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:					0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m ² ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					3,993
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,250

Załącznik 2

Bilans energetyczny budynku dla
optymalnego wariantu przedsięwzięcia
termomodernizacyjnego

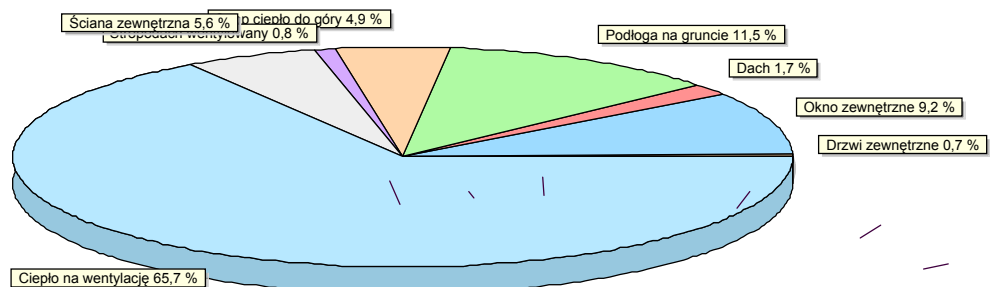
Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Bilans energetyczny budynku - po modernizacji	
	Zespół Szkół	
Miejscowość:	Tujsk	
Adres:	Tujsk 55	
Projektant:	Piotr Moruń	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	II	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-18	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,9	°C
Stacja meteorologiczna:	Elbląg	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	2167,8	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	8102,3	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	59618	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	107959	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	167577	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	167577	W
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Elbląg	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	11025,8	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	1259,85	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	349958	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	2168	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	8102,3	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	581,2	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	161,4	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	155,5	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	43,2	kWh/(m ³ ·rok)



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	-1,9	50,93	13,78	32,63	181,92	0,998	16,59	26,13	236,65
Luty	28	-2,0	46,22	12,50	29,61	182,78	0,997	19,14	23,60	228,48
Marzec	31	1,6	42,46	11,57	27,24	152,00	0,986	39,14	26,13	168,89
Kwiecień	30	6,4	29,84	8,28	19,21	110,96	0,953	50,56	25,29	96,03
Maj	31	11,7	18,00	5,22	11,69	65,65	0,749	76,73	26,13	23,52
Czerwiec	0	15,2	9,22	2,92	6,10	35,73	0,495	76,09	25,29	3,80
Lipiec	0	16,4	6,83	2,26	4,64	26,00	0,381	74,67	26,13	1,34
Sierpień	0	15,5	8,80	2,83	5,84	33,16	0,519	63,51	26,13	4,08
Wrzesień	30	13,1	14,14	4,20	9,23	53,68	0,826	41,63	25,29	26,01
Październik	31	7,8	27,44	7,67	17,70	98,99	0,971	30,04	26,13	97,25
Listopad	30	3,2	37,34	10,23	23,98	138,32	0,995	14,95	25,29	169,82
Grudzień	31	0,1	46,09	12,52	29,55	164,82	0,997	13,76	26,13	213,20
W sezonie	273	7,3	312,46	85,97	200,85	1149,12	0,917	302,52	230,10	1259,85

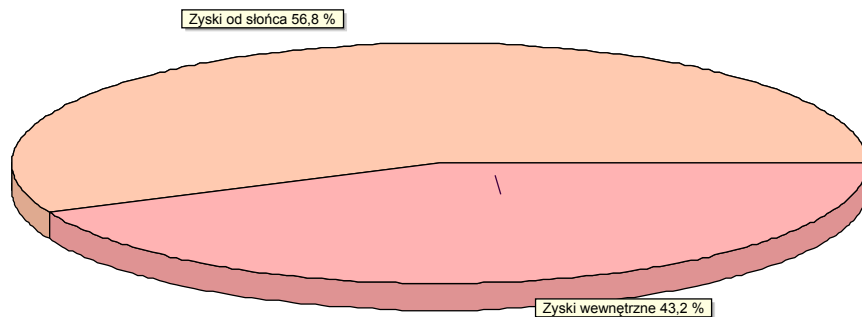
Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



0,7 % Drzwi zewnętrzne	9,2 % Okno zewnętrzne	1,7 % Dach
11,5 % Podłoga na gruncie	4,9 % Strop ciepło do góry	0,8 % Stropodach wentylowany
5,6 % Ściana zewnętrzna	65,7 % Ciepło na wentylację	

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	11,39	3163	0,7
Okno zewnętrzne	160,52	44589	9,2
Dach	28,90	8027	1,7
Podłoga na gruncie	200,85	55792	11,5
Strop ciepło do góry	85,97	23881	4,9
Stropodach wentylowany	14,34	3982	0,8
Ściana zewnętrzna	97,32	27033	5,6
Ciepło na wentylację	1149,12	319201	65,7
Razem	1748,41	485668	100,0

Szczegółowe zestawienie zysków energii cieplnej







56,8 % Zyski od słońca 43,2 % Zyski wewnętrzne

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
• Zyski od słońca	302,52	84033	56,8
Zyski wewnętrzne	230,10	63917	43,2
Σ Razem	532,62	147950	100,0

Wyniki - Zestawienie przegród

Opis	U	A
	$W/m^2 \cdot K$	m^2
Stropodach płaski-łączniki	0,133	236,90
Dach nieogrzewanego poddasza	6,317	2083,40
Drzwi zewnętrzne	1,300	18,43
Witryna PCV	0,900	30,82
Okna drewniane	0,900	326,40
Podłoga na gruncie	0,368	2437,46
Strop - przestrzeń nieużytkowa	0,132	1812,40
Strop sali gimnastycznej	0,134	287,40
Ściana zewnętrzna -styropian 12cm	0,250	101,30
Ściana zewnętrzna	0,182	1555,11

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					
0,0150	Dachówka ceramiczna.	0,820	1800	0,880	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]:					0,158
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:					6,317
 DM	Stropodach płaski-łączniki				
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0100	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,056
0,0500	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,050
0,1000	Żużel wielkopiecowy granulatu lub keramzy	0,200	700	0,750	0,500
0,2400	Strop żelbetowy kanałowy o wysokości 22-		1400	0,840	0,180
0,2500	Styropian ułożony szczelnie.	0,038	30	1,460	6,579
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]:					7,505
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:					0,133
 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					
0,0100	Terakota.	1,050	2000	0,840	0,010
0,0500	Podkład z betonu pod posadzkę.	1,400	2200	0,840	0,036
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	Piasek pylasty.	0,550	1800	0,840	0,545
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]:					2,719
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:					0,368
 STR1	Strop - przestrzeń nieużytkowa				
Rodzaj przegrody: Strop ciepło do góry, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,1000	Filce i maty z wełny mineralnej w stropie	0,052	70	0,750	1,923
0,2400	Strop żelbetowy kanałowy o wysokości 22-		1400	0,840	0,180
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
0,2000	wełna mineralna 0,038	0,038	28	1,030	5,263
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:					0,100

Wyniki - Przegrody

D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:					0,100
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					7,585
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,132
STR2	Strop sali gimnastycznej				
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgot					
0,0070	Blacha trapezowa lub dachówkowa.	58,000	7800	0,440	0,000
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
0,1000	Filce i maty z wełny mineralnej w stropi	0,052	70	0,750	1,923
0,0250	Płyty gipsowo-kartonowe.	0,230	1000	1,000	0,109
0,2000	wełna mineralna 0,038	0,038	28	1,030	5,263
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]:					7,485
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,134
SZ1	Ściana zewnętrzna				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
0,2400	Pustak ścienny typu U 185x250x220.	0,520	960	0,840	0,462
0,1200	Ściana z bloczków z betonu komórkowego o	0,350	700	0,840	0,343
0,1400	Styropian PLATINUM PLUS	0,031	30	1,460	4,516
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:					0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					5,509
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,182
SZ2	Ściana zewnętrzna -styropian 12cm				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
0,2400	Pustak ścienny typu U 185x250x220.	0,520	960	0,840	0,462
0,1200	Ściana z bloczków z betonu komórkowego o	0,350	700	0,840	0,343
0,1200	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	30	1,460	3,000
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:					0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					3,993
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,250