

Audyt energetyczny budynku

dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego
przewidzianego do realizacji w trybie Ustawy z 18.12.98
znowelizowanej 21.06.01.

Adres budynku:	ulica: <i>Powiatowe Centrum Edukacyjne - Zespół Szkół Ponadgimnazjalnych Nr 2, ul. Pionierów 16</i> nr <i>budynek A i C</i> kod: <i>84-300</i> miejscowość: <i>Lębork</i> powiat: <i>łęborski</i> województwo: <i>pomorskie</i>
Wykonawca audytu:	imię i nazwisko: <i>Adam Dziamski</i> tytuł zawodowy: <i>mgr inż. Budownictwa P. P.</i> nr opracowania: <i>15/111/2006</i>

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku

1..I Dane identyfikacyjne budynku							
1. Rodzaj budynku		szkolny		2. Rok ukończenia budowy		1970	
3. Właściciel lub zarządca (nazwa lub imię i nazwisko, adres)	ulica:	Powiatowe Centrum Edukacyjne - Zespół Szkół Ponadgimnazjalnych Nr 2, ul. Pionierów 16		4. Adres budynku	ulica:	Powiatowe Centrum Edukacyjne - Zespół Szkół Ponadgimnazjalnych Nr 2, ul. Pionierów 16	
	nr:	budynek A i C			nr:	budynek A i C	
	kod:	84-300			kod:	84-300	
	mięscowość:	Łębork			mięscowość:	Łębork	
	powiat:	łęborski			powiat:	łęborski	
	województwo:	pomorskie			województwo:	pomorskie	
	telefon / fax:						
1.2. Nazwa, nr REGON i adres firmy wykonującej audyt:							
"MINTER" Walczak Michał, 631010211, 60-687 Poznań, os. ST. Batorego 39/43, tel./fax: (061)/prefiks/8218-122							
1.3. Imię i nazwisko, nr PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:							
Adam Działski, PESEL: 78012705576 61-374 Poznań, os. Armii Krajowej 19/6 mgr inż. Budownictwa P. P., Audytor Energetyczny							
1.4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac, posiadane kwalifikacje							
Lp	Imię i nazwisko		Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego		Posiadane kwalifikacje (w tym ew. uprawnienia)		
1	mgr inż. Bogdan Walczak		inwentaryzacja, konstrukcja		661/73/PW		
2	Barbara Łoza		inwentaryzacja instalacji c.o.				
3	Marta Mamzer		bilans cieplny budynku				
1.5. Miejsowość:		Poznań		Data wykonania opracowania:		02.08.2006	
1.6. Spis treści:							
1 Strona tytułowa. 2 Karta audytu energetycznego. 3 Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budowlanego budynku. 4 Inwentaryzacja techniczno - budowlana budynku. 5 Ocena stanu technicznego budynku. 6 Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych. 7 Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. 8 Opis optymalnego wariantu. 9 Załączniki.							

2. Karta audytu energetycznego budynku ¹⁾			
2.1 Dane ogólne			
1.	Konstrukcja / technologia budynku	tradycyjna	
2.	Liczba kondygnacji	4	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	6 708	
4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	2 404	
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	1 474	
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	-	
7.	Liczba mieszkań	34	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	577	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	zasobnik c.w.u.	
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	kotłownia na słomę	
11.	Współczynnik kształtu A / V [1/m]	0,59	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
2.2	Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane U [W/m²·K]	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Ściany zewnętrzne	0,884	0,24
2.	Ściany zewnętrzne piwnicy	1,168	0,25
3.	Ściany zewnętrzne pod oknami	1,118	1,12
4.	Ściany zewnętrzne klatki	0,418	0,21
5.	Stropodach	0,357	0,22
6.	Stropodach łącznika	0,962	0,21
7.	Wymiana stolarki otworowej	3,171	1,50
8.	Okna piwnica	3,00	1,50
9.	Drzwi wejściowe	5,10	1,50
2.3	Sprawności składowe systemu ogrzewania		
1.	Sprawność wytwarzania	0,75	0,75
2.	Sprawność przesyłania	0,93	0,95
3.	Sprawność regulacji	0,73	0,98
4.	Sprawność wykorzystania	0,95	0,95
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w ciągu doby	0,95	0,95
6.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia	0,85	0,85

2.4 Charakterystyka systemu wentylacji				
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna	naturalna	
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	Okna/kanały	Okna/kanały	
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	5 447	5 447	
4.	Liczba wymian [1/h]	0,81	0,81	
2.5 Charakterystyka energetyczna budynku				
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	121,7	79,4	
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie c.w.u. [kW]	11,6	9,8	
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględnienia sprawności sytemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]	457,0	130,5	
4.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności sytemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]	762,2	159,3	
5.	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. [GJ/rok]	353,8	300,7	
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego i na przygotowanie c.w.u. (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-	
7.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności sytemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu do kubatury ogrzewanej części budynku [kWh/(m ³ rok)]	18,94	5,41	
8.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności sytemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu do kubatury ogrzewanej części budynku [kWh/(m ³ rok)]	31,59	6,60	
9.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności sytemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu do pola powierzchni użytkowej ogrzewanej części budynku [kWh/(m ² rok)]	88,14	18,42	
2.6 Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)				
1.	Opłata za 1GJ na ogrzewanie ²⁾ [zł]	49,98	49,98	
2.	Opłata za 1MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ³⁾ [zł]	0	0	
3.	Opłata za podgrzanie 1 m ³ wody użytkowej ²⁾ [zł]	19,24	17,15	
4.	Opłata za 1MW mocy zamówionej na pogrzanie cwu na miesiąc ³⁾ [zł]	0	0	
5.	Opłata za ogrzanie 1 m ² powierzchni użytkowej miesięcznie [zł]	1,42	0,45	
6.	Inne opłaty (np. abonament miesięczny) [zł]	0,00	0,00	
2.7 Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego				
1.	Planowana suma inwestycji [zł]	668 936	Planowane dofinansowanie według Systemu Norweskiego EOG wynosi [zł]	85,0%
2.	Planowane środki własne Inwestora [zł]	100 340	Zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	58,8%
3.	Okres inwestycji [rok]	2011	Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	32 786

¹⁾ - dla budynku o mieszanej funkcji należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku

²⁾ - opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii

³⁾ - stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii

3	Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora
----------	---

3.1 Dokumentacja projektowa :

- Projekt budowlany remont i modernizacja budynku głównego Zespołu Szkół Budowlanych w Łęborku, Studio Projektowe "Profil"

3.2 Inne dokumenty :

- Wizja lokalna - lipiec

3.3 Osoby udzielające informacji :

- Dyrektor mgr inż. Alicja Zajączkowska

3.4 Data wizji lokalnej :

- Druga wizja lokalna - lipiec

3.5 Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora :

- obniżenie kosztów ogrzewania budynku
- wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie Termomodernizacyjnej.

3.6 Zadeklarowany maksymalny wkład własny na pokrycie kosztów termomodernizacji

- minimalny wkład własny Inwestora powinien wynosić : 101 000 zł

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4.1. Ogólne dane o budynku

Własność	☐ prywatna	☐ spółdzielcza	☐ komunalna	☒ j. budżetowa	☐
Przeznaczenie budynku	☐ mieszkalny	☐ mieszkalno-usługowy	☐ biurowy	☒ inny	
Adres: ulica	Powiatowe Centrum Edukacyjne - Zespół Szkół Ponadgimnazjalnych Nr 2, ul. Pionierów 16		nr	budynek A i C	
kod	84-300		miejsowość	Lębork	
powiat	łęborski		województwo	pomorskie	
typ budynku	budynek szkolny				
☒ wolnostojący			segment w zabudowie szeregowej		
☐ bliźniak			blok mieszkalny wielorodzinny		
Rok budowy	1970		Rok zasiedlenia	1971	
Technologia budynku					
☐ UW-2Ż-cegła żerańska	☐ PBU-63	☐ OWT-67	☐ SBM-75	☐	ramowa
☐ RWB	☐ PBU-62	☐ OWT-75	☐ ZSBO	☒	tradycyjna
☐ BSK	☐ UW 2-J	☐ "Szczecin"	☐ "Stolica"		
☐ RBM-73	☐ WUF-62	☐ W-70	☐ monolit		
☐ RWP-75	☐ WUF-T	☐ Wk-70	☐ szkieletowa		
1	Powierzchnia zabudowana, m ²	788	10	Budynek podpiwniczony	TAK
2	Kubatura budynku, m ³	6708	11	Liczba klatek schodowych	4
3	Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, sztybów wind, otwartych wnęk, logii i galerii, m ³	6708	12	Liczba kondygnacji	4
			13	Wysokość kondygnacji w świetle, m	2,74
			14	Liczba użytkowników	577
4	Powierzchnia użytkowa mieszkań, m ² 1)	1473,8	15	Liczba mieszkań	34
5	Powierzchnia korytarzy, m ²	565,2	16	w tym o powierzchni <50m ²	20
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym, m ² 3)	-	17	o powierzchni 50-100m ²	13
7	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy, m ² 3)	365,0	18	o powierzchni >100m ²	1
8	Powierzchnia ogrzewanych powierzchni usługowych, m ²	-	19	Liczba mieszkań z WC w łazience	2
9	Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku (4+5+6+7+8)	2404,0	20	Liczba mieszkań z WC osobno	3

1) wg PN-70/B-02365 Powierzchnia budynków. Podział, określenia i zasady obmiaru.

2) wg PN-69/B-02360 Kubatura budynków. Zasady obliczania.

3) w uwagach należy podać przeznaczenie pomieszczeń.

Uwagi :

Jako powierzchnię użytkową mieszkań przyjęto powierzchnię klas oraz biur. Budynek składa się z dwóch segmentów. Część A jest podpiwniczona, ma 4 kondygnacje nadziemne i piwnice, budynek C ma dwie kondygnacje nadziemne i nie jest podpiwniczony.

Audyt energetyczny budynku : Powiatowe Centrum Edukacyjne - Zespół Szkół Ponadgimnazjalnych nr 2 w Lęborku.

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4.2 Opis techniczny podstawowych elementów budynku

- Budynek szkolny, dwusegmentowy. Segment A jest dwuklatkowy, składa się z 4 kondygnacji nadziemnych z pełnym podpiwniczeniem, segment C składa się z dwóch kondygnacji nadziemnych bez podpiwniczenia. Oba budynki zbudowane są w technologii tradycyjnej. Segmenty połączone są łącznikiem. Ściany zewnętrzne wykonane z cegły szczelinówki o gr. 50 cm, ściany piwnic wykonane z cegły ceramicznej pełnej o gr. 50 cm, ściany zewnętrzne podokienne wykonane z gazobetonu o gr. 24 cm.
1. Stropodach wentylowany wykonany z płyt DZ3 o gr. 20 cm, z izolacją z wełny mineralnej o gr. 10 cm, z odwodnieniem zewnętrznym, kryty papą.
 2. Stropy międzykondygnacyjne - płyty stropowe DZ3 o gr. 24 cm, oparte na całym obwodzie.
 3. Stara stolarka okienna drewniana o znacznym stopniu zużycia, część okien wymieniona na PCV zakładana wartość współczynnika przenikania ciepła $U = 2 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$. Okna na klatkach schodowych o znacznym stopniu zużycia, zakładana wartość współczynnika przenikania ciepła $U = 3,0 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$. Okna w piwnicach pojedynczo szklone o znacznym stopniu zużycia, zakładana wartość współczynnika przenikania ciepła $U = 5,1 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$
 4. Drzwi wejściowe częściowo wymienione. Stare drzwi metalowe, z przeszkleniem, współczynnik U na poziomie $5,1 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

4.2.1 Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

Lp.	Opis		Pow. całk. m ²	Pow. do obl. strat ciepła m ²	U _s W/(m ² ·K)	Pow. okna m ²	U okna W/(m ² ·K)	Pow. drzwi m ²	U drzwi W/(m ² ·K)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Ściany zewnętrzne	-	1 051,9	876,6	0,884				
2.	Ściany zewnętrzne piwnicy	-	107,6	89,7	1,168				
3.	Ściany zewnętrzne pod oknami	-	281,3	234,4	1,118				
4.	Ściany zewnętrzne klatki	-	220,0	183,3	0,418				
5.	Stropodach		680,2	716,0	0,357				
6.	Stropodach łącznika	-	39,8	33,2	0,962				
7.	Stropodach klatki	-	27,8	29,3	0,962				
8.	Strop nad przejściem	-	39,8	33,2	1,046				
9.	Okna piwnica					6,7	5,100		
10.	Okna pomieszczeń					110,7	3,000		
11.	Drzwi wejściowe	-						3,1	5,1

4.3 Charakterystyka energetyczna budynku			
Lp.	Rodzaj danych	Oznaczenie	Dane w stanie istniejącym
1.	Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.o.)	$q_{moc\ co}$	121,7 kW
	Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.w.u.)	$q_{moc\ cw}$	11,6 kW
2.	Zamówiona moc cieplna (moc kotła łącznie dla c.o. i c.w.u.)	q	133,3 kW
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	Q_H	457,0 GJ
4.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło	$E = Q_H / V$	18,9 kWh/m ³ a
5.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	Q_S	944 GJ
Taryfa opłat (z VAT-em) :			
6.	Opłata stała (za moc zamówioną + za przesył)	miesięcznie	zł/MW
7.	Opłata zmienna (za ciepło + za przesył)	wg licznika	49,98 zł/GJ
8.	Opłata abonamentowa	miesięcznie	zł/(m-c)

4.4 Charakterystyka systemu ogrzewania		
Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	Ciepło dostarczane z kotłowni opalanej słomą. Instalacja dwururowa z rozdziałem dolnym.
2.	Parametry pracy instalacji	90/70 °C
3.	Przewody w instalacji	Poziomy stalowe, piony stalowe
4.	Rodzaje grzejników	Żeliwne typu TA-1.
5.	Oslonięcie grzejników	grzejniki w znikomej ilości mają osłony
6.	Zawory termostatyczne i podzielniki kosztów	brak
7.	Sprawności składowe systemu grzewczego	$\eta_w = 0,75$; $\eta_p = 0,93$; $\eta_r = 0,73$; $\eta_e = 0,95$;
8.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu / liczba godzin na dobę.	7 / 24 $w_t = 1$ $w_d = 0,95$
9.	Modernizacja instalacji w latach 1985 - 2001	brak

4.5 Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej		
Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	c.w.u. przygotowana w zasobniku c.w.u.
2.	Piony i ich izolacja	stalowe, braki izolacji cieplnej przewodów
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	nie dotyczy
4.	Zużycie ciepłej wody w m ³ /(m-c) określone na podstawie	105 m ³ /(m-c)

4.6 Charakterystyka systemu wentylacji		
Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	naturalna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego w m ³ /h	5 447

4.7 Charakterystyka węzła cieplnego lub kotłowni w budynku	
--	--

Ciepło dostarczane z kotłowni opalanej słomą. Instalacja dwururowa z rozdziałem dolnym.

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1. Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku

1. Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest zadowalający. Stara stolarka okienna drewniana o niskiej szczelności.
2. Budynek nie spełnia wymagań dotyczących maksymalnej wartości wskaźnika E [$\text{kWh/m}^3 \cdot \text{a}$] sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania w standardowym sezonie grzewczym, gdyż przegrody zewnętrzne - ściany zewnętrzne, stropodach mają niską izolacyjność termiczną, występują liczne mostki cieplne. Budynek charakteryzuje się znacznym przeszkleniem.

5.2. System grzewczy

Instalacja wewnętrzna posiada szereg wad wynikających z przestarzałych rozwiązań technicznych oraz z długoletniego użytkowania. W szczególności :

- Wymagana wymiana instalacji c.o.
- Wymagana regulacja instalacji i uzupełnienie izolacji cieplnej przewodów,
- wymagane czyszczenie chemiczne instalacji i regulacja hydrauliczna
- montaż zaworów termostatycznych

5.3. System zaopatrzenia w c.w.u.

c.w.u. przygotowywana w węźle budynku z wodomierzem zbiorczym.

5.4. Ocena stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy.

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1.	Przegrody zewnętrzne Przegrody zewnętrzne mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła U [$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$] - Ściany zewnętrzne $U = 0,884$ - Ściany zewnętrzne piwnicy $U = 1,168$ - Ściany zewnętrzne klatki $U = 0,418$ - Ściany zewnętrzne pod oknami $U = 1,118$ - Stropodach $U = 0,357$ - Stropodach łącznika $U = 0,962$ - Stropodach klatki $U = 0,962$ - Strop nad przejściem $U = 1,046$	Należy docieplić przegrody zewnętrzne i zapewnić obecnie wymagany opór cieplny R w [$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$] - dla ścian $R \geq 4$ - dla ścian $R \geq 4$ - dla ścian $R \geq 4$ - dla ścian $R \geq 4$ - dla stropodachu $R \geq 4,5$ - dla stropu $R \geq 4,5$ - dla stropodachu $R \geq 4,5$ - dla stropu $R \geq 4$
2.	Okna Okna o znacznym stopniu zużycia, nieszczelne Okna piwnica $U = 5,10$ Okna pomieszczeń $U = 3,00$ Drzwi wejściowe $U = 5,10$	Pożądana wymiana okien na bardziej szczelne o współczynniku $U \leq 1,9$.
3.	Wentylacja naturalna Stwierdza się zbyt duże przewietrzanie. W okresie zimowym występuje nadmierny napływ zimnego powietrza, co zwiększa zużycie ciepła na ogrzewanie.	Możliwe obniżenie zużycia ciepła przez wymianę okien oraz wprowadzenie wentylacji kontrolowanej z zastosowaniem nawiewników.
4.	Instalacja ciepłej wody użytkowej Instalacja c.w.u. w średnim stanie technicznym, nieszczelności instalacji,	Możliwe oszczędności poprzez wymianę przewodów instalacji zewnętrznej.
5.	System grzewczy System przestarzały, instalacja c.o. w nie zadowalającym stanie technicznym,	Możliwe znaczne oszczędności przez kompleksową modernizację instalacji: w tym montaż zaworów podpienowych, hermetyzacja, wymiana grzejników.

Uwagi:

6. Wykaz rodzajów usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego.		
Lp.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne	Ocieplenie ścian zewnętrznych metodą BSO - styropianem EPS 70-040, Ocieplenie ścian zewnętrznych piwnicy metodą BSO - styropianem EPS 100-038, Ocieplenie ścian zewnętrznych podokiennych metodą BSO - styropianem EPS 70-040
2.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez stropodach	Ocieplenie stropodachu - termocel
3.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez strop nad piwnicami	Ocieplenie stropu piwnicy ze względu na utrudniony dostęp do czoła ściany i przebiegająca różnicowana instalację nie będzie rozpatrywane.
4.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez okna oraz zmniejszenie strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana stolarki otworowej
5.	Zmniejszenie strat na podgrzewanie ciepłej wody użytkowej	Modernizacja instalacji zewnętrznej
6.	Podwyższenie sprawności instalacji c.o.	- wymiana instalacji c.o. (grzejniki, przewody) - montaż zaworów termostatycznych i podpionowych

Uwagi:

7.1 Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1. Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło.

Lp.	Grupa usprawnień	Rodzaje usprawnień
1	2	3
I	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przegrody budowlane	Ocieplenie : - Ściany zewnętrzne Ocieplenie : - Ściany zewnętrzne piwnicy Ocieplenie : - Stropodach Ocieplenie : - Ściany zewnętrzne pod oknami Ocieplenie : - Stropodach łącznika
II	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez okna oraz zmniejszenia strat na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana stolarki otworowej
III	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia zapotrzebowania ciepła do przygotowania c.w.u.	Modernizacja instalacji zewnętrznej
IV	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia zapotrzebowania ciepła układu c.o. oraz zwiększenia jego sprawności.	- wymiana instalacji c.o. (grzejniki, przewody) - montaż zaworów termostatycznych i podpionowych

Uwagi :

7.2 Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się :

1. Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne;
2. Oceny opłacalności i wybór optymalnego przedsięwzięcia polegającego na wymianie lub modernizacji okien lub/i drzwi oraz prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania powietrza wentylacyjnego;
3. Oceny opłacalności i wybór optymalnego przedsięwzięcia dotyczącego zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło do przygotowania ciepłej wody użytkowej;
4. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie.

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Lp.	Wyszczególnienie	W stanie istniejącym	Po termo-modernizacji	Jednostki miary
1	2	3	4	5
Dla przegród zewnętrznych				
1.	t_{w0}	+20	bez zmian	°C
2.	t_{z0}	-16	b.z.	°C
3.	S_d	3 703,1	b.z.	dzień·K/rok
Dla stropu nad nie ogrzewaną piwnicą				
4.	t_{w0}	+20	b.z.	°C
5.	t_{z0}	8	b.z.	°C
6.	S_d	2 525,4	b.z.	dzień·K/rok
Opłaty za ciepło na cele grzewcze				
7.	Stała O_{m0}, O_{m1}	0,00	0,00	zł/(MW·m-c)
8.	Zmienna O_{z0}, O_{z1}	49,98	49,98	zł/GJ
9.	Abonament A_{b0}, A_{b1}	0,00	0,00	zł/(m-c)
Opłaty za ogrzewanie c.w.u.				
10.	Stała O_{0m}, O_{1m}	0,00	0,00	zł/(MW·m-c)
11.	Zmienna O_{0z}, O_{1z}	49,98	49,98	zł/GJ
12.	Abonament A_{0b}, A_{1b}	0,00	0,00	zł/(m-c)

Uwagi :

Koszty rozliczane przez szkołę są kosztami brutto, na potrzeby analizy zmniejszono koszty o podatek VAT 22%

7.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu		Przegroda	1
1 zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		Ściany zewnętrzne	

Dane: powierzchnia przegrody do obliczenia strat	A	=	909,80	m ²
powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia	A _{koszt}	=	1 091,76	m ²
obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	t _{w0}	=	20,0	°C
obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	t _{z0}	=	-16,0	°C
liczba stopniocdni dla wybranej przegrody	Sd	=	3 703,1	dzień·K/rok

Opłaty:		stała :		zmienna :		abonament :					
c.o.	O_{m0}	=	0	zł/MW	O_{z0}	=	49,98 zł/GJ	A_{b0}	=	0,00	zł/(m-c)
	O_{m1}	=	0	zł/MW	O_{z1}	=	49,98 zł/GJ	A_{b1}	=	0,00	zł/(m-c)

Opis wariantów usprawnienia :

Przewiduje się ocieplenie ściany metodą BSO z użyciem styropianu EPS 70-040

o współczynniku $\lambda = 0,040 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

Rozpatruje się 4 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej :

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

Wariant 2 - o grubości warstwy izolacji o 1 cm większej niż w wariantie 1.

Wariant 3 - o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantie 1.

Wariant 4 - o grubości warstwy izolacji o 3 cm większej niż w wariantie 1.

Lp.	Omówienie	Jednostki miary	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: g =	m		0,12	0,13	0,14	0,15
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² ·K)/W		3,00	3,25	3,50	3,75
3	Opór cieplny R	(m ² ·K)/W	1,124	4,12	4,37	4,62	4,87
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A/R$	GJ/a	259,0	70,6	66,5	63,0	59,7
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,0290	0,0080	0,0070	0,0070	0,0070
6	Roczna oszczędność kosztów : $\Delta Q_{ru} = Q_{0U} \cdot O_{z0} + 12 \cdot (q_{0U} \cdot O_{m0} + A_{b0}) - Q_{1U} \cdot O_{z1} + 12 \cdot (q_{1U} \cdot O_{m1} + A_{b1})$	zł/a		9 417	9 622	9 797	9 962
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		147,0	151,0	155,0	157,0
8	Koszt realizacji usprawnienia N _u	zł		160 489	164 856	169 223	171 406
9	SPBT = N _u / ΔO_{ru}	lata		17,0	17,1	17,3	17,2
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	0,890	0,242	0,229	0,216	0,205

Podstawa przyjętych wartości N_u

Przyjęto cenę jednostkową ocieplenia 1m² na podstawie średnich cen rynkowych w regionie.

Uwagi :

Z uwagi na małą powierzchnię stropu nad przejściem wliczono go do powierzchni ścian zewnętrznych.

Wybrany wariant :	1	Koszt :	160 489 zł	SPBT =	17,0 lat
-------------------	---	---------	------------	--------	----------

7.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu		Przegroda	2
2 zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		Stropodach	

Dane:	powierzchnia przegrody do obliczenia strat	A	=	716,00	m ²
	powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia	A _{koszt}	=	680,20	m ²
	obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	t _{w0}	=	20,0	°C
	obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	t _{z0}	=	-16,0	°C
	liczba stopniodni dla wybranej przegrody	Sd	=	3 703,1	dzień·K/rok

Opłaty:		stała :		zmienna :		abonament :						
c.o.	O _{m0}	=	0	zł/MW	O _{z0}	=	49,98	zł/GJ	A _{b0}	=	0,0	zł/(m·c)
	O _{m1}	=	0	zł/MW	O _{z1}	=	49,98	zł/GJ	A _{b1}	=	0,0	zł/(m·c)

Opis wariantów usprawnienia :

Przewiduje się ocieplenie ściany metodą wtryskową Termocel

o współczynniku $\lambda = 0,042 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.

Rozpatruje się 4 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej :

Wariant 1 - o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,5 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$

Wariant 2 - o grubości warstwy izolacji o 1 cm większej niż w wariantcie 1.

Wariant 3 - o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1.

Wariant 4 - o grubości warstwy izolacji o 3 cm większej niż w wariantcie 1.

Lp.	Omówienie	Jednostki miary	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: g =	m		0,08	0,09	0,10	0,11
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² ·K)/W		1,90	2,14	2,38	2,62
3	Opór cieplny R	(m ² ·K)/W	2,801	4,70	4,94	5,18	5,42
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A/R$	GJ/a	81,8	48,7	46,4	44,2	42,3
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,0090	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050
6	Roczna oszczędność kosztów : $\Delta Q_{ru} = Q_{0U} \cdot O_{z0} + 12 \cdot (q_{0U} \cdot O_{m0} + A_{b0}) - Q_{1U} \cdot O_{z1} + 12 \cdot (q_{1U} \cdot O_{m1} + A_{b1})$	zł/a		1 654	1 769	1 879	1 974
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		70,0	72,0	74,0	76,0
8	Koszt realizacji usprawnienia N _u	zł		47 614	48 974	50 335	51 695
9	SPBT = N _u / ΔQ_{ru}	lata		28,81	27,72	26,83	26,2
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	0,357	0,213	0,202	0,193	0,184

Podstawa przyjętych wartości N_u

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1m² na podstawie średnich cen rynkowych.

Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni usprawnianej A_{koszt} przegrody.

Uwagi :

Wybrany wariant :	4	Koszt :	51 695 zł	SPBT =	26,2 lat
-------------------	---	---------	-----------	--------	----------

7.2.3 Ocena opłacalności i wybór wariantu 3 zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		Przegroda Ściany zewnętrzne piwnicy		3
--	--	--	--	----------

Dane: powierzchnia przegrody do obliczenia strat	A = 89,70 m ²
powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia	A _{koszt} = 107,64 m ²
obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	t _{w0} = 20,0 °C
obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	t _{z0} = -16,0 °C
liczba stopniodni dla wybranej przegrody	Sd = 3 703,1 dzień·K/rok

Opłaty: stała :	zmienne :	abonament :
c.o. O _{m0} =	O _{z0} = 49,98 zł/GJ	A _{b0} = zł/(m·c)
O _{m1} =	O _{z1} = 49,98 zł/GJ	A _{b1} = zł/(m·c)

Opis wariantów usprawnienia :

Przewiduje się ocieplenie ściany metodą BSO z użyciem styropianu EPS 100-038

o współczynniku $\lambda = 0,038 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej :

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

Wariant 2 - o grubości warstwy izolacji o 1 cm większej niż w wariantcie 1.

Wariant 3 - o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1.

Lp.	Opis	Jednostki miary	Stan istniejący	Warianty			
1	2	3	4	1	2	3	4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: g =	m		0,12	0,13	0,14	0,15
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² ·K)/W		3,16	3,42	3,68	3,95
3	Opór cieplny R	(m ² ·K)/W	0,856	4,02	4,28	4,54	4,81
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A/R$	GJ/a	33,5	7,1	6,7	6,3	6,0
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,0040	0,0020	0,0020	0,0020	0,0010
6	Roczna oszczędność kosztów : $\Delta Q_{ru} = Q_{0U} \cdot O_{z0} + 12 \cdot (q_{0U} \cdot O_{m0} + A_{b0}) -$ $Q_{1U} \cdot O_{z1} + 12 \cdot (q_{1U} \cdot O_{m1} + A_{b1})$	zł/a		1 320	1 340	1 360	1 375
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		147,0	151,0	155,0	159,0
8	Koszt realizacji usprawnienia N _u	zł		15 823	16 254	16 684	17 115
9	SPBT = N _u / ΔO_{ru}	lata		12,0	12,1	12,3	12,4
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	1,168	0,249	0,234	0,220	0,208

Podstawa przyjętych wartości N_u

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1m² na podstawie średnich cen rynkowych.

Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni usprawnianej A_{koszt} przegrody.

Uwagi : Ceny zawierają podatek VAT

Wybrany wariant : 1	Koszt : 15 823 zł	SPBT = 12,0 lat
---------------------	-------------------	-----------------

7.2.4 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		4	
				Ściany zewnętrzne pod oknami			
Dane:				A	=	234,40	m ²
powierzchnia przegrody do obliczenia strat				A	=	234,40	m ²
powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia				A _{koszt}	=	281,28	m ²
obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego				t _{w0}	=	20,0	°C
obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego				t _{z0}	=	-16,0	°C
liczba stopniocdni dla wybranej przegrody				Sd	=	3 703,1	dzień·K/rok
Opłaty:				abonament :			
stała :				zmienna :			
c.o. O _{m0} = 0 zł/MW				O _{z0} = 49,98 zł/GJ	A _{b0} = 0,00 zł/(m·c)		
O _{m1} = 0 zł/MW				O _{z1} = 49,98 zł/GJ	A _{b1} = 0,00 zł/(m·c)		
Opis wariantów usprawnienia :							
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą BSO z użyciem styropianu EPS 70-040 o współczynniku $\lambda = 0,040 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.							
Rozpatruje się 4 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej :							
Wariant 1 - o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,0 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$							
Wariant 2 - o grubości warstwy izolacji o 1 cm większej niż w wariantcie 1.							
Wariant 3 - o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1.							
Wariant 4 - o grubości warstwy izolacji o 3 cm większej niż w wariantcie 1.							
Lp.	Opis	Jednostki miary	Stan istniejący	Warianty			
1	2	3	4	1	2	3	4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: g =	m		0,13	0,14	0,15	0,16
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² ·K)/W		3,25	3,50	3,75	4,00
3	Opór cieplny R	(m ² ·K)/W	0,894	4,14	4,39	4,64	4,89
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64 · 10 ⁻⁵ · Sd · A/R	GJ/a	83,9	18,1	17,1	16,1	15,3
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A · (t _{w0} - t _{z0})/R	MW	0,0090	0,0020	0,0020	0,0020	0,0020
6	Roczna oszczędność kosztów : $\Delta Q_{ru} = Q_{0U} \cdot O_{z0} + 12 \cdot (q_{0U} \cdot O_{m0} + A_{b0}) - Q_{1U} \cdot O_{z1} + 12 \cdot (q_{1U} \cdot O_{m1} + A_{b1})$	zł/a		3 289	3 339	3 389	3 429
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		151,0	155,0	159,0	163,0
8	Koszt realizacji usprawnienia N _u	zł		42 473	43 598	44 724	45 849
9	SPBT = N _u / ΔO_{ru}	lata		12,9	13,1	13,2	13,4
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	1,118	0,241	0,228	0,215	0,204
Podstawa przyjętych wartości N _u							
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1m ² na podstawie średnich cen rynkowych.							
Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni usprawnianej A _{koszt} przegrody.							
Uwagi :							
Wybrany wariant : 1		Koszt : 42 473 zł		SPBT = 12,9 lat			

7.2.5 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie	Przegroda 5 Stropodach łącznika
---	------------------------------------

Dane: powierzchnia przegrody do obliczenia strat $A = 33,20 \text{ m}^2$
 powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia $A_{\text{koszt}} = 39,84 \text{ m}^2$
 obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego $t_{w0} = 20,0 \text{ }^\circ\text{C}$
 obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego $t_{z0} = -16,0 \text{ }^\circ\text{C}$
 liczba stopniodni dla wybranej przegrody $S_d = 3\,703,1 \text{ dzień}\cdot\text{K/rok}$

Opłaty:	stała : c.o. $O_{m0} = 0 \text{ zł/MW}$ $O_{m1} = 0 \text{ zł/MW}$	zmienna : $O_{z0} = 49,98 \text{ zł/GJ}$ $O_{z1} = 49,98 \text{ zł/GJ}$	abonament : $A_{b0} = 0,00 \text{ zł/(m}\cdot\text{c)}$ $A_{b1} = 0,00 \text{ zł/(m}\cdot\text{c)}$
---------	--	---	---

Opis wariantów usprawnienia :

Przewiduje się ocieplenie stropodachu metodą BSO styropianem EPS 100-038

o współczynniku $\lambda = 0,038 \text{ W/m}\cdot\text{K}$.

Rozpatruje się 4 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej :

Wariant 1 - o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,5 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$

Wariant 2 - o grubości warstwy izolacji o 1 cm większej niż w wariantie 1.

Wariant 3 - o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantie 1.

Wariant 4 - o grubości warstwy izolacji o 3 cm większej niż w wariantie 1.

Lp.	Omówienie	Jednostki miary	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: $g =$	m		0,14	0,15	0,16	0,17
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² ·K)/W		3,68	3,95	4,21	4,47
3	Opór cieplny R	(m ² ·K)/W	1,040	4,72	4,99	5,25	5,51
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	10,2	2,3	2,1	2,0	1,9
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,0010	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
6	Roczna oszczędność kosztów : $\Delta Q_{ru} = Q_{0U} \cdot O_{z0} + 12 \cdot (q_{0U} \cdot O_{m0} + A_{b0}) - Q_{1U} \cdot O_{z1} + 12 \cdot (q_{1U} \cdot O_{m1} + A_{b1})$	zł/a		395	405	410	415
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		145,0	149,0	153,0	157,0
8	Koszt realizacji usprawnienia N_u	zł		5 777	5 936	6 096	6 255
9	$SPBT = N_u / \Delta O_{ru}$	lata		14,61	14,72	14,93	15,14
10	U_0, U_1	W/(m ² ·K)	0,962	0,212	0,200	0,190	0,181

Podstawa przyjętych wartości N_u

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1m² na podstawie średnich cen rynkowych.

Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni usprawnianej A_{koszt}

Uwagi :

Wybrany wariant : 1	Koszt : 5 777 zł	SPBT = 14,6 lat
---------------------	------------------	-----------------

7.3.1 Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie : 1			
				Wymiana stolarki otworowej			
Dane:				A_{ok}	= 120,50 m ²		
powierzchnia okien				A_{1k}	= 120,50 m ²		
strumień powietrza went. odnies. do war. proj. dla wentylacji naturalnej				V_{nom}	= 1 542 m ³		
współczynnik przepływu dla okien przed termomodernizacją				a_0	= 4,0 m ³ /(m·h·daPa ^{2/3})		
stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru				C_w	= 1,2		
t_{w0}	= 20,0 °C	t_{z0}	= -16,0 °C	S_d	= 3 703,1 dzień·K/rok		
O_{m0}	= 0 zł/(MW·m-c)	O_{z0}	= 49,98 zł/GJ	A_{b0}	= 0,00 zł/(m-c)		
O_{m1}	= 0 zł/(MW·m-c)	O_{z1}	= 49,98 zł/GJ	A_{b1}	= 0,00 zł/(m-c)		
Opis wariantów usprawnienia :							
Wymiana stolarki otworowej							
Rozpatruje się 3 warianty wymiany przeszklenia :							
Wariant 1 - Wymiana stolarki otworowej				$U_1 = 1,9$ W/(m ² ·K)	$a_1 = 1,0$		
Wariant 2 - Wymiana stolarki otworowej				$U_1 = 1,7$ W/(m ² ·K)	$a_1 = 1,0$		
Wariant 3 - Wymiana stolarki otworowej				$U_1 = 1,5$ W/(m ² ·K)	$a_1 = 1,0$		
Lp.	Opis	Jednostki miary	Stan istniejący	Warianty			
1	2	3	4	1	2	3	4
1	Współczynnik przenikania okien U_0, U_1	W/(m ² ·K)	3,17	1,90	1,70	1,50	
2	Współczynniki korekcyjne C_r	-	1,3	1,00	1,00	1,00	
	C_m	-	1,5	1,00	1,00	1,00	
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	122,2	73,3	65,5	57,8	
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	218,3	167,9	167,9	167,9	
5	$Q_{0U}, Q_{1U} = \text{Poz. 3} + \text{Poz. 4}$	GJ/a	340,5	241,2	233,4	225,7	
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0138	0,0082	0,0074	0,0065	
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot C_m \cdot V_{nom} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0283	0,0189	0,0189	0,0189	
8	$Q_{0U}, Q_{1U} = \text{Poz. 6} + \text{Poz. 7}$	MW	0,0421	0,027	0,026	0,025	
9	$\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$	zł/a		4 963	5 353	5 738	
10	Koszt wymiany okien N_{ok}	zł		69 890	71 095	72 300	
11	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł		10 800	10 800	10 800	
12	Koszt zmniejszenia pow. okien N_z	zł		0	0	0	
13	Łączny koszt przedsięwzięcia ($N_{ok} + N_w$)	zł		80 690	81 895	83 100	
14	SPBT = ($N_{ok} + N_w$) / ($\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$)	lata		16,31	15,32	14,53	
Podstawa przyjętych wartości N_u							
Wariant 1 - Wymiana stolarki otworowej wycena na podstawie średnich cen							
Koszt montażu okna :				120,50 m ² · 580 zł =	69 890 zł		
Montaż układu nawiewnego i nawiewników ciśnieniowe				72 szt · 150 zł =	10 800 zł		
					80 690 zł		
Wariant 2 - Wymiana stolarki otworowej wycena na podstawie średnich cen							
Koszt montażu okna :				120,50 m ² · 590 zł =	71 095 zł		
Montaż układu nawiewnego i nawiewników higrosterowalne :				72 szt · 150 zł =	10 800 zł		
				Razem :	81 895 zł		
Wariant 3 - Wymiana stolarki otworowej wycena na podstawie średnich cen							
Koszt montażu okna :				120,50 m ² · 600 zł =	72 300 zł		
Montaż układu nawiewnego i nawiewników higrosterowalne :				72 szt · 150 zł =	10 800 zł		
				Razem :	83 100 zł		
Uwagi :							
Strumień powietrza wentylacyjnego przyjęto z programu Instal Soft firmy Danfoss proporcjonalnie do powierzchni wymienianych okien.							
Współczynnik przenikania okien $U_0 = W/(m^2 \cdot K)$, został policzony jako średnia ważona.							
Wybrany wariant : 3		Koszt : 83 100 zł		SPBT = 14,5 lat			

Audyt energetyczny budynku : Powiatowe Centrum Edukacyjne - Zespół Szkół Ponadgimnazjalnych nr 2 w Łoburkach, budynek A i C

7.3.2	Ocena opłacalności przedsięwzięcia prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło do przygotowania ciepłej wody użytkowej	Usprawnienie :	2
		Modernizacja instalacji zewnętrznej	

Dane:

$$Q_{0cw} = 354 \text{ GJ}$$

$$q_{0cw} = 0,012 \text{ MW}$$

Opis usprawnienia :

Przewiduje się zmniejszenie zużycia wody o co najmniej 15% . Zakłada się, że w tej samej wielkości zmniejsza się zapotrzebowanie na ciepło i moc

Lp.	Omówienie	Jednostki miary	Stan istniejący	Stan po termomodernizacji
1	2	3	4	5
1	Zapotrzebowanie ciepła do przygotowania c.w.u.	GJ/a	353,8	300,7
2	Zapotrzebowanie mocy	MW	0,0116	0,0099
3	Koszt przygotowania c.w.u.	zł/a	17 683	15032
4	Oszczędność ΔQ_{rcw}	zł/a		2651
5	Koszt modernizacji N_{cw}	zł		75 735
6	SPBT = $N_{cw} / \Delta Q_{rcw}$	lata		28,6

Podstawa przyjętych wartości N_u

Ceny rynkowe obowiązujące aktualnie w regionie

	Koszt jedn.	Ilość
zasobnik c.w.u.		
Nitka łącząca budynek A i C z kotłownią		153 m
Koszt 1-go mb:		495,00 zł

Uwagi :

Usprawnienie :	1	Koszt :	75 735 zł	SPBT =	28,6 lat
----------------	---	---------	-----------	--------	----------

7.3.3 Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia	Planowane koszty	SPBT
	termomodernizacyjnego	robót, zł	lata
1	2	3	4
1.	Ocieplenie : - Ściany zewnętrzne piwnicy	15 823	12,0
2.	Ocieplenie : - Ściany zewnętrzne pod oknami	42 473	12,9
3.	Wymiana stolarki otworowej	83 100	14,5
4.	Ocieplenie : - Stropodach łącznika	5 777	14,6
5.	Ocieplenie : - Ściany zewnętrzne	160 489	17,0
6.	Ocieplenie : - Stropodach	51 695	26,2
7.	Modernizacja instalacji zewnętrznej	75 735	28,6
8.	Modernizacja c.o.	233 844	22,7

Uwagi :

7.4.1 Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność cieplną systemu c.o.

Dane dotyczące stanu istniejącego systemu c.o. :

Sprawność całkowita systemu c.o.	η_0	=	0,484
Przerwy tygodniowe	w_{t0}	=	0,85
Przerwy dobowe	w_{d0}	=	0,95
Zapotrzebowanie na moc cieplną na cele grzewcze	q_{0co}	=	121,7 kW
Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania	Q_{0co}	=	457,0 GJ/

Opis wariantów usprawnienia :

Rozpatruje się następujące usprawnienia poprawiające sprawność systemu grzewczego i dostosowujące instalację c.o. do aktualnych wymogów technicznych:

- wymiana instalacji c.o. (grzejniki, przewody)
- montaż zaworów termostatycznych i podpińowych

W tabeli poniżej zestawiono zmiany współczynników sprawności związane z wybranym do realizacji wariantem proponowanych usprawnień :

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Zmiana wartości współczynników sprawności
1	Wytwarzanie ciepła	$\eta_w = 0,750 \quad 0,750$
2	Przesyłanie ciepła	$\eta_p = 0,930 \quad 0,95$
3	Regulacja systemu ogrzewania	$\eta_r = 0,730 \quad 0,98$
4	Wykorzystanie ciepła - bez zmiany	$\eta_e = 0,95 \quad 0,95$
5	Sprawność całkowita systemu $\eta = \eta_w \cdot \eta_p \cdot \eta_r \cdot \eta_e$	$\eta = 0,484 \quad 0,663$
6	Uwzględnienie przerw w ogrzewaniu w okresie tygodnia	$w_t = 0,85 \quad 0,85$
7	Uwzględnienie przerw w ogrzewaniu w ciągu doby	$w_d = 0,95 \quad 0,95$
Uwagi :		

7.4.2 Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność ciepłą systemu c.o.

Dane dotyczące stanu istniejącego systemu c.o.:

Sprawność całkowita systemu c.o.	h_0	=	0,484
Przerwy tygodniowe	w_{t0}	=	0,85
Przerwy dobowe	w_{d0}	=	0,95
Zapotrzebowanie na moc ciepłą	Q_{0co}	=	121,7 kW
Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania	Q_{0co}	=	457,0 GJ/a

Oplaty:	stała :	zmienne :	abonament :
c.o.	$O_{m0} = 0$ zł/(MW·m-c)	$O_{r0} = 49,98$ zł/GJ	$A_{b0} = 0,00$ zł/(m-c)
	$O_{m1} = 0$ zł/(MW·m-c)	$O_{r1} = 49,98$ zł/GJ	$A_{b1} = 0,00$ zł/(m-c)

Opis wariantów usprawnienia :

Rozpatruje się 1 wariant usprawnienia termomodernizacyjnego :

Tygodniowe i dobowe przerwy

W1 - Usprawnienie dotyczące zmniejszenia zapotrzebowania ciepła układu c.o. oraz zwiększenia jego sprawności. $h_1 = 0,663$ $w_{t1} = 0,85$ $w_{d1} = 0,95$

Lp.	Omówienie	Jednostki miary	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło po termomodernizacji Q_{1co}	GJ/a		457,0			
2	Zapotrzebowanie na moc ciepłą po termomodernizacji q_{1co}	kW		121,7			
3	$A_0 = w_{t0} \cdot w_{d0} \cdot Q_{0co} \cdot O_{z0} / \eta_0$	zł/a	38 111				
4	$A_1 = w_{t1} \cdot w_{d1} \cdot Q_{1co} \cdot O_{z1} / \eta_1$	zł/a		27 822			
5	$B_0 = 12 \cdot (q_{0co} \cdot O_{0m} + A_{b0})$	zł/a	0				
6	$B_1 = 12 \cdot (q_{1co} \cdot O_{1m} + A_{b1})$	zł/a		0			
7	Roczne koszty energii w stanie istniejącym $O_{dco} = A_0 + B_0$	zł/a	38 111				
8	Roczne koszty energii po termomodernizacji $O_{dco} = A_1 + B_1$	zł/a		27 822			
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{rco} = O_{dco} - O_{dco}$	zł/a		10 289			
10	Koszt realizacji usprawnienia N_u	zł		233 844			
11	SPBT = $N_{co} / \Delta O_{rco}$	lata		22,7			

Podstawa przyjętych wartości N_u

W1 - Usprawnienie dotyczące zmniejszenia zapotrzebowania ciepła układu c.o. oraz zwiększenia jego sprawności.

Zakres usprawnienia obejmuje :

Koszt realizacji usprawnienia

	jm	Ilość	Cena jedn.	$N_u = 233 844$
- wymiana instalacji c.o. (grzejniki, przewody)	szt	159	1000	159 000 zł
- montaż zaworów termostatycznych i podpiwnych				
Nitka łącząca budynek A i C z kotłownią	m	151,2	495	74 844 zł

Uwagi :

Wybrany wariant :	1	Koszt :	233 844 zł	SPBT =	22,7 lat
-------------------	---	---------	------------	--------	----------

7.5. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

- określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
- ocenę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań ustawowych
- wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.5.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

W poniższej tabeli stosuje się skrótowe określenia dla 8 usprawnień zestawionych w p. 7.3.3:

- Ocieplenie : - Ściany zewnętrzne piwnicy
- Ocieplenie : - Ściany zewnętrzne pod oknami
- Wymiana stolarki otworowej
- Ocieplenie : - Stropodach łącznika
- Ocieplenie : - Ściany zewnętrzne
- Ocieplenie : - Stropodach
- Modernizacja instalacji zewnętrznej
- Modernizacja c.o.

Do analizy przyjęto następujące warianty usprawnień

LP.	Zakres	Numer wariantu										
		1	2	3	4	5	6	7	8			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Ocieplenie : - Ściany zewnętrzne piwnicy	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				
2	Ocieplenie : - Ściany zewnętrzne pod oknami	✓	✓	✓	✓	✓	✓					
3	Wymiana stolarki otworowej	✓	✓	✓	✓	✓						
4	Ocieplenie : - Stropodach łącznika	✓	✓	✓	✓							
5	Ocieplenie : - Ściany zewnętrzne	✓	✓	✓								
6	Ocieplenie : - Stropodach	✓	✓									
7	Modernizacja instalacji zewnętrznej	✓										
8	Modernizacja c.o.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
Uwagi :												

7.5.2 Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Oplaty:	stała :			zmienna :			abonament :		
c.o.	Q_{m0}	=	0	zł/(MW·m-c)	Q_{z0}	=	49,98	zł/GJ	A_{b0} = 0,00 zł/(m-c)
	Q_{m1}	=	0	zł/(MW·m-c)	Q_{z1}	=	49,98	zł/GJ	A_{b1} = 0,00 zł/(m-c)
c.w.u.	Q_{0m}	=	0	zł/(MW·m-c)	Q_{0z}	=	49,98	zł/GJ	A_{0b} = 0,00 zł/(m-c)
	Q_{1m}	=	0	zł/(MW·m-c)	Q_{1z}	=	49,98	zł/GJ	A_{1b} = 0,00 zł/(m-c)

$Q_0 = W_{t0} \cdot W_{d0} \cdot Q_{0co} / \eta_0 + Q_{0cw}$	$Q_1 = W_{t1} \cdot W_{d1} \cdot Q_{1co} / \eta_1 + Q_{1cw}$
$A_0 = W_{t0} \cdot W_{d0} \cdot Q_{0co} \cdot O_{z0} / \eta_0$	$A_1 = W_{t1} \cdot W_{d1} \cdot Q_{1co} \cdot O_{z1} / \eta_1$
$B_0 = 12 \cdot (q_{0co} \cdot O_{m0} + A_{b0})$	$B_1 = 12 \cdot (q_{1co} \cdot O_{m1} + A_{b1})$
$O_{r0co} = A_0 + B_0$	$O_{r1co} = A_1 + B_1$
$O_{r0cw} = (Q_{cw} \cdot O_{0z} + 12 \cdot q_{0cw} \cdot O_{0m}) / (\eta_w \cdot \eta_p) + 12 \cdot A_{0b} + O_{0zw}$	$O_{r1cw} = (Q_{cw} \cdot O_{z1} + 12 \cdot q_{1cw} \cdot O_{1m}) / (\eta_w \cdot \eta_p) + 12 \cdot A_{1b} + O_{1zw}$
$O_{r0} = O_{r0co} + O_{r0cw}$	$O_{r1} = O_{r1co} + O_{r1cw}$
O_{0zw} - opłata za wodę zimną przed termomodernizacją	
O_{1zw} - opłata za wodę zimną po termomodernizacji	
$\Delta Op = Op1 - Op0$	

Nr wariantu	Q_{0co} GJ	q_{0co} kW	η_0 $W_{t0} \cdot W_{d0}$	Q_{0cw} GJ	q_{0cw} kW	Q_0 GJ	O_{r0co} zł	O_{r0cw} zł	O_{r0} zł	ΔOp zł	N zł
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Stan istniejący	457	121,7	0,484 0,85 0,95	354	11,6	1 116	38 097	24 317	62 414	-	-

Nr wariantu	Q_{1co} GJ	q_{1co} kW	η_1 $W_{t1} \cdot W_{d1}$	Q_{1cw} GJ	q_{1cw} kW	Q_1 GJ	O_{r1co} zł	O_{r1cw} zł	O_{r1} zł	ΔOp zł	N zł
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	131	79,4	0,661 0,85 0,95	301	9,8	460	7 962	21 666	29 628	32 786	668 936
2.	131	79,4	0,662 0,85 0,95	354	11,6	513	7 957	24 317	32 274	30 140	593 201
3.	153	83,8	0,663 0,85 0,95	354	11,6	540	9 307	24 317	33 624	28 790	541 506
4.	267	103,1	0,663 0,85 0,95	354	11,6	679	16 255	24 317	40 572	21 842	381 017
5.	280	104,5	0,664 0,85 0,95	354	11,6	694	17 014	24 317	41 331	21 083	375 240
6.	326	111,9	0,664 0,85 0,95	354	11,6	750	19 803	24 317	44 120	18 294	292 140
7.	414	115,3	0,664 0,85 0,95	354	11,6	857	25 152	24 317	49 469	12 945	249 667
8.	457	121,7	0,663 0,85 0,95	354	11,6	910	27 801	24 317	52 118	10 296	233 844

Uwagi :

Q_0, Q_1 - roczne zapotrzebowanie na ciepło przed i po termomodernizacji mierzone w GJ/a.

O_{0zw}, O_{1zw} - roczny koszt dostawy zimnej wody użytkowej przed i po termomodernizacji wyrażony w zł.

N - planowane koszty całkowite na wybrany wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, obejmujące koszty robót wraz z kosztami opracowania audytu energetycznego i dokumentacji technicznej wyrażone w zł.

Wielkości sezonowego zapotrzebowania na ciepło i na moc dla ogrzewania obliczono programem Instal Soft firmy Danfoss

7.5 3	Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego
----------	---

Dane :

LP.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite N	Roczna oszczędność kosztów energii ΔO	Procentowa oszczędność zapotrzebowania energii $(Q_0 - Q_1)/Q_0 \cdot 100\%$	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu S	
		[zł]	[zł]	[%]	[zł]	[%]
1.	Wszystkie rozważane usprawnienia	668 936	32 786	58,8%	<u>100 340</u> 568 596	<u>15,0%</u> 85,0%
2.	Wszystkie rozważane usprawnienia minus Modernizacja instalacji zewnętrznej	593 201	30 140	54,0%	<u>88 980</u> 504 221	<u>15,0%</u> 85,0%
3.	Wszystkie rozważane usprawnienia minus Ocieplenie : - Stropodach , Modernizacja instalacji zewnętrznej	541 506	28 790	51,6%	<u>81 226</u> 460 280	<u>15,0%</u> 85,0%
4.	Ocieplenie : - Ściany zewnętrzne piwnicy, Ocieplenie : - Ściany zewnętrzne pod oknami, Wymiana stolarki otworowej , Ocieplenie : - Stropodach łącznika, Modernizacja c.o.	381 017	21 842	39,2%	<u>57 153</u> 323 864	<u>15,0%</u> 85,0%
5.	Ocieplenie : - Ściany zewnętrzne piwnicy, Ocieplenie : - Ściany zewnętrzne pod oknami, Wymiana stolarki otworowej , Modernizacja c.o.	375 240	21 083	37,8%	<u>56 286</u> 318 954	<u>15,0%</u> 85,0%
6.	Ocieplenie : - Ściany zewnętrzne piwnicy, Ocieplenie : - Ściany zewnętrzne pod oknami, Modernizacja c.o.	292 140	18 294	32,8%	<u>43 821</u> 248 319	<u>15,0%</u> 85,0%
7.	Ocieplenie : - Ściany zewnętrzne piwnicy, Modernizacja c.o.	249 667	12 945	23,2%	<u>37 450</u> 212 217	<u>15,0%</u> 85,0%
8.	Modernizacja c.o.	233 844	10 296	18,5%	<u>35 077</u> 198 767	<u>15,0%</u> 85,0%

Uwagi :

Minimalny wkład własny inwestora na pozyskanie dofinansowania Norweskiego Systemu EOG wynosi 15%. Wkład własny może ulec zmianie.

Audyt energetyczny budynku : Powiatowe Centrum Edukacyjne - Zespół Szkół Ponadgimnazjalnych nr 2 w Leżarku, budynek A i C

7.5.4	Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego
-------	--

Na podstawie dokonanej oceny, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku ocenia się wariant Nr 1 obejmujący następujące usprawnienia:

Modernizacja instalacji c.o
 Ściany zewnętrzne piwnic
 Ściany zewnętrzne pod oknami
 Wymiana stolarki otworowej
 Stropodach łącznika
 Ściany zewnętrzne
 Stropodach
 Modernizacja Instalacji zewnętrznej

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe, a mianowicie:

- | | | |
|----|--|------------|
| 1. | Oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie | 58,78% |
| 2. | Planowana inwestycja jest zgodna z warunkami ustawowymi; według dofinansowanie Systemu Norweskiego EOG stanowi | 85% |
| 3. | Planowane środki własne Inwestora wynoszą: | 100 340 zł |
| 4. | Udział własny Inwestora wynosi: min | 15% |
- Udział własny może ulec zmianie w trakcie przygotowywania wniosku

8.	Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji
----	--

8.1 Opis robót

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

1.	Ocieplenie ścian zewnętrznych piwnicy metodą BSO styropianem EPS 100-038 ($\lambda \leq 0,038 \text{ W/mK}$) o min. gr. 12 cm.	Całkowita powierzchnia	108 m ²
		Koszt usprawnienia	15 823 zł
2.	Ocieplenie ścian zewnętrznych podokiennych metodą BSO styropianem EPS 70-040 ($\lambda \leq 0,04 \text{ W/mK}$) o min. gr. 13 cm.	Całkowita powierzchnia	281 m ²
		Koszt usprawnienia	42 473 zł
3.	Wymianę stolarki otworowej okien drewnianych na okna pcw o współczynniku max. $U = 1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ przy U szyby max. $1,1 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ montaż nawiewników higrosterowalnych	Całkowita powierzchnia	121 m ²
		Koszt usprawnienia	83 100 zł
4.	Ocieplenie stropodachu łącznika metodą BSO styropianem EPS 100-038 ($\lambda \leq 0,038 \text{ W/mK}$) o min. gr. 14 cm.	Całkowita powierzchnia	40 m ²
		Koszt usprawnienia	5 777 zł
5.	Ocieplenie ścian zewnętrznych metodą BSO styropianem EPS 70-040 ($\lambda \leq 0,04 \text{ W/mK}$) o min. gr. 12 cm.	Całkowita powierzchnia	1 092 m ²
		Koszt usprawnienia	160 489 zł
6.	Ocieplenie stropodachu metodą wtryskową - termocel ($\lambda \leq 0,042 \text{ W/mK}$) o min. gr. 11 cm.	Całkowita powierzchnia	680 m ²
		Koszt usprawnienia	51 695 zł
7.	Modernizacja instalacji zewnętrznej	Całkowita powierzchnia	153 m
		Koszt usprawnienia	75 735 zł
8.	Modernizację instalacji c.o.: wymiana instalacji c.o. (grzejniki, przewody), montaż zaworów termostatycznych i podpionowych.	Koszt usprawnienia	233 844 zł

8.2 Charakterystyka finansowa

1.	Kalkulowany koszt robót wyniesie	668 936 zł
2.	Udział środków własnych inwestora (15,0%)	czyli 100 340 zł
3.	Dofinansowanie (85,0%)	czyli 568 596 zł
4.	Roczna oszczędność kosztów energii	32 786 zł
5.	Czas zwrotu nakładów SPBT = 668 936 / 32 786	20,4 lat

8.3 Charakterystyka finansowa

Dalsze działania inwestora obejmują:
1. Złożenie wniosku na dofinansowanie wg Systemu Norweskiego EOG i podpisanie umowy;
2. Zawarcie umowy z wykonawcą projektu i robót
3. Realizacja robót i odbiór techniczny

Załącznik do audytu.

1. Załącznik nr 1

Wyniki obliczeń współczynników przenikania ciepła przegród na podstawie programu komputerowego TERMO-DANFOSS.

2. Załącznik nr 2

Obliczenia strumienia ciepła wentylacyjnego.

3. Załącznik nr 3

Określenie sprawności systemu grzewczego.

4. Załącznik nr 4

Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej.

5. Załącznik nr 5

Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie.

Dane i wyniki dla przegród**Nazwa definicji przegrody****SZ**

Wsp. przenikania ciepła

0,884 W/(m²·K)

Opis

ściana zewnętrzna

Kierunek przepływu ciepła

Pozioomy

Typ przegrody

SZ

Materiał warstwy	Typ warstwy	d [cm]	λ [W/(m·K)]	Cp [J/(kg·K)]	ρ [kg/m ³]	R [(m ² ·K)/W]
Mur z cegły szczel. z obustr.	Średnio wilgotna	50,0	0,520	880,0	1150,0	0,962

Nazwa definicji przegrody**SZ_o**

Wsp. przenikania ciepła

1,118 W/(m²·K)

Opis

ściana...

Kierunek przepływu ciepła

Pozioomy

Typ przegrody

SZ

Materiał warstwy	Typ warstwy	d [cm]	λ [W/(m·K)]	Cp [J/(kg·K)]	ρ [kg/m ³]	R [(m ² ·K)/W]
Tynk, gładź cem.-wap.	Średnio wilgotna	1,5	0,820	840,0	1850,0	0,018
Gazobeton 1	Średnio wilgotna	24,0	0,349	840,0	1000,0	0,688
Tynk, gładź cem.-wap.	Średnio wilgotna	1,5	0,820	840,0	1850,0	0,018

Nazwa definicji przegrody**SZ_k**

Wsp. przenikania ciepła

0,418 W/(m²·K)

Opis

ściana...

Kierunek przepływu ciepła

Pozioomy

Typ przegrody

SZ

Materiał warstwy	Typ warstwy	d [cm]	λ [W/(m·K)]	Cp [J/(kg·K)]	ρ [kg/m ³]	R [(m ² ·K)/W]
Tynk, gładź cem.-wap.	Średnio wilgotna	1,5	0,820	840,0	1850,0	0,018
Gazobeton 1.4	Średnio wilgotna	24,0	0,582	840,0	1400,0	0,412
Wełna min. (40)	Średnio wilgotna	6,0	0,042	750,0	40,0	1,429
Warstwa powietrzna niewentylowana	---	1,0	---	1020,0	1,2	0,150
Cegła (mur) dziurawka (bez tynku)	Średnio wilgotna	12,0	0,620	880,0	1400,0	0,194
Tynk, gładź cem.-wap.	Średnio wilgotna	1,5	0,820	840,0	1850,0	0,018

Nazwa definicji przegrody**SZ_p**

Wsp. przenikania ciepła

1,168 W/(m²·K)

Opis

ściana...

Kierunek przepływu ciepła

Pozioomy

Typ przegrody

SZ

Materiał warstwy	Typ warstwy	d [cm]	λ [W/(m·K)]	Cp [J/(kg·K)]	ρ [kg/m ³]	R [(m ² ·K)/W]
Tynk, gładź cem.-wap.	Średnio wilgotna	1,5	0,820	840,0	1850,0	0,018
Cegła (mur) ceramiczna pełna (bez tynku)	Średnio wilgotna	50,0	0,770	880,0	1800,0	0,649
Tynk, gładź cem.-wap.	Średnio wilgotna	1,5	0,820	840,0	1850,0	0,018

Nazwa definicji przegrody

STD

Wsp. przenikania ciepła

0,357 W/(m²·K)

Opis

stropodach

Kierunek przepływu ciepła

W górę

Typ przegrody

SD

Materiał warstwy	Typ warstwy	d [cm]	λ [W/(m·K)]	Cp [J/(kg·K)]	ρ [kg/m ³]	R [(m ² ·K)/W]
Tynk, gładź cem.-wap.	Średnio wilgotna	1,5	0,820	840,0	1850,0	0,018
Strop DZ-3 20cm	Średnio wilgotna	20,0	1,000	880,0	1150,0	0,200
Wełna min. (40)	Średnio wilgotna	10,0	0,042	750,0	40,0	2,381
Warstwa powietrzna dobrze wentylowana	---	50,0	---	1020,0	1,2	0,000
Żelbet	Średnio wilgotna	10,0	1,700	840,0	2500,0	0,059
Papa asfaltowa	Średnio wilgotna	0,2	0,180	1460,0	1000,0	0,011

Nazwa definicji przegrody

STD_1

Wsp. przenikania ciepła

0,962 W/(m²·K)

Opis

stropodach...

Kierunek przepływu ciepła

W górę

Typ przegrody

SD

Materiał warstwy	Typ warstwy	d [cm]	λ [W/(m·K)]	Cp [J/(kg·K)]	ρ [kg/m ³]	R [(m ² ·K)/W]
Tynk, gładź cem.-wap.	Średnio wilgotna	1,5	0,820	840,0	1850,0	0,018
Żelbet	Średnio wilgotna	12,0	1,700	840,0	2500,0	0,071
Wełna min. (40)	Średnio wilgotna	4,0	0,050	750,0	40,0	0,800
Papa asfaltowa	Średnio wilgotna	0,2	0,180	1460,0	1000,0	0,011

Nazwa definicji przegrody

STD_k

Wsp. przenikania ciepła

0,962 W/(m²·K)

Opis

stropodach klatki

Kierunek przepływu ciepła

W górę

Typ przegrody

SD

Materiał warstwy	Typ warstwy	d [cm]	λ [W/(m·K)]	Cp [J/(kg·K)]	ρ [kg/m ³]	R [(m ² ·K)/W]
Tynk, gładź cem.-wap.	Średnio wilgotna	1,5	0,820	840,0	1850,0	0,018
Żelbet	Średnio wilgotna	12,0	1,700	840,0	2500,0	0,071
Wełna min. (40)	Średnio wilgotna	4,0	0,050	750,0	40,0	0,800
Papa asfaltowa	Średnio wilgotna	0,2	0,180	1460,0	1000,0	0,011

Nazwa definicji przegrody O_s
Wsp. przenikania ciepła 3,000 W/(m²·K)
Opis okna stare
Kierunek przepływu ciepła Poziomy
Typ przegrody OZ

Nazwa definicji przegrody O_n
Wsp. przenikania ciepła 2,000 W/(m²·K)
Opis okna nowe
Kierunek przepływu ciepła Poziomy
Typ przegrody OZ

Nazwa definicji przegrody O_p
Wsp. przenikania ciepła 5,100 W/(m²·K)
Opis okna piwnica
Kierunek przepływu ciepła Poziomy
Typ przegrody OZ

Nazwa definicji przegrody DZ_s
Wsp. przenikania ciepła 5,100 W/(m²·K)
Opis drzwi zewnętrzne...
Kierunek przepływu ciepła Poziomy
Typ przegrody DZ

Nazwa definicji przegrody ST_p
Wsp. przenikania ciepła 0,924 W/(m²·K)
Opis strop piwnicy
Kierunek przepływu ciepła ---
Typ przegrody StW

Material warstwy	Typ warstwy	d [cm]	λ [W/(m·K)]	Cp [J/(kg·K)]	p [kg/m ³]	R [(m ² ·K)/W]
PCW	Średnio wilgotna	0,3	0,200	1260,0	1300,0	0,015
Podkład z betonu chudego	Średnio wilgotna	3,5	1,050	840,0	1900,0	0,033
Styropian (inne)	Średnio wilgotna	2,0	0,045	1460,0	30,0	0,444
Strop DZ-3 24cm	Średnio wilgotna	24,0	1,040	880,0	1080,0	0,231
Tynk, gładź cem.-wap.	Średnio wilgotna	1,5	0,820	840,0	1850,0	0,018

Nazwa definicji przegrody**ST_m**

Wsp. przenikania ciepła

0,891 W/(m²·K)

Opis

strop...

Kierunek przepływu ciepła

Typ przegrody

StW

Materiał warstwy	Typ warstwy	d [cm]	λ [W/(m·K)]	Cp [J/(kg·K)]	ρ [kg/m ³]	R [(m ² ·K)/W]
Lastriko	Średnio wilgotna	4,0	0,720	920,0	1600,0	0,056
Podkład z betonu chudego	Średnio wilgotna	3,5	1,050	840,0	1900,0	0,033
Styropian (inne)	Średnio wilgotna	2,0	0,045	1460,0	30,0	0,444
Strop DZ-3 24cm	Średnio wilgotna	24,0	1,040	880,0	1080,0	0,231
Tynk, gładź cem.-wap.	Średnio wilgotna	1,5	0,820	840,0	1850,0	0,018

Nazwa definicji przegrody**SG**

Wsp. przenikania ciepła

1,168 W/(m²·K)

Opis

ściana przy...

Kierunek przepływu ciepła

Poziomy

Typ przegrody

SG

Materiał warstwy	Typ warstwy	d [cm]	λ [W/(m·K)]	Cp [J/(kg·K)]	ρ [kg/m ³]	R [(m ² ·K)/W]
Tynk, gładź cem.-wap.	Średnio wilgotna	1,5	0,820	840,0	1850,0	0,018
Cegła (mur) ceramiczna pełna (bez tynku)	Średnio wilgotna	50,0	0,770	880,0	1800,0	0,649
Tynk, gładź cem.-wap.	Średnio wilgotna	1,5	0,820	840,0	1850,0	0,018

Nazwa definicji przegrody**PnG**

Wsp. przenikania ciepła

--- W/(m²·K)

Opis

podłoga na gruncie

Kierunek przepływu ciepła

W dół

Typ przegrody

PG

Materiał warstwy	Typ warstwy	d [cm]	λ [W/(m·K)]	Cp [J/(kg·K)]	ρ [kg/m ³]	R [(m ² ·K)/W]
Lastriko	Średnio wilgotna	4,0	0,720	920,0	1600,0	0,056
Papa asfaltowa	Średnio wilgotna	0,4	0,180	1460,0	1000,0	0,022
Gruzobeton	Średnio wilgotna	15,0	1,000	840,0	1900,0	0,150
Piasek średni	Średnio wilgotna	15,0	0,400	840,0	1650,0	0,375

Nazwa definicji przegrody**ST_ł**

Wsp. przenikania ciepła

1,046 W/(m²·K)

Opis

strop nad...

Kierunek przepływu ciepła

W dół

Typ przegrody

StP

Materiał warstwy	Typ warstwy	d [cm]	λ [W/(m·K)]	Cp [J/(kg·K)]	ρ [kg/m ³]	R [(m ² ·K)/W]
Terakota	Średnio wilgotna	1,0	1,050	920,0	2000,0	0,010
Tynk, gładź cem.	Średnio wilgotna	5,0	1,000	840,0	2000,0	0,050
Płyty wiórkowo-cementowe (600)	Średnio wilgotna	2,0	0,150	2090,0	600,0	0,133
Styropian (15)	Średnio wilgotna	2,0	0,042	1460,0	15,0	0,476
Żelbet	Średnio wilgotna	10,0	1,700	840,0	2500,0	0,059
Tynk, gładź cem.-wap.	Średnio wilgotna	1,5	0,820	840,0	1850,0	0,018

Nazwa definicji przegrody**SW_25**

Wsp. przenikania ciepła

1,610 W/(m²·K)

Opis

ściana...

Kierunek przepływu ciepła

Pozioomy

Typ przegrody

SW

Materiał warstwy	Typ warstwy	d [cm]	λ [W/(m·K)]	Cp [J/(kg·K)]	ρ [kg/m ³]	R [(m ² ·K)/W]
Tynk, gładź cem.-wap.	Średnio wilgotna	1,5	0,820	840,0	1850,0	0,018
Cegła (mur) ceramiczna pełna (bez tynku)	Średnio wilgotna	25,0	0,770	880,0	1800,0	0,325
Tynk, gładź cem.-wap.	Średnio wilgotna	1,5	0,820	840,0	1850,0	0,018

Nazwa definicji przegrody**SW_12**

Wsp. przenikania ciepła

2,040 W/(m²·K)

Opis

ściana...

Kierunek przepływu ciepła

Pozioomy

Typ przegrody

SW

Materiał warstwy	Typ warstwy	d [cm]	λ [W/(m·K)]	Cp [J/(kg·K)]	ρ [kg/m ³]	R [(m ² ·K)/W]
Tynk, gładź cem.-wap.	Średnio wilgotna	1,5	0,820	840,0	1850,0	0,018
Cegła (mur) dziurawka (bez tynku)	Średnio wilgotna	12,0	0,620	880,0	1400,0	0,194
Tynk, gładź cem.-wap.	Średnio wilgotna	1,5	0,820	840,0	1850,0	0,018

Nazwa definicji przegrody**DZ_n**

Wsp. przenikania ciepła

2,600 W/(m²·K)

Opis

drzwi zewnętrzne...

Kierunek przepływu ciepła

Pozioomy

Typ przegrody

DZ

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego	Przedsięwzięcie :	7.3.1
	Załącznik Nr 2	

Dane: Współczynniki korekcyjne :

Rodzaj wentylacji naturalna
współczynnik przepływu dla okien przez termomodernizacją
okna z wadami szczelności
stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru
budynek na przestrzeni otwartej

$$C_r = 1,3$$

$$C_w = 1,2$$

Lp.	Pomieszczenia	Liczba pomieszczeń	Norma, m ³ /h	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h
1	2	3	4	5
1	Kuchnie		70	
2	Łazienki		50	
3	Oddzielne WC		30	
	Razem mieszkania			
		Kubatura m ³		
4	Piwnice nie ogrzewane		0,3 wym/h	
5	Klatki schodowe		0,8 wym/h	
6	Piwnice cz. ogrzewana		1,0 wym/h	
Razem			$V_{nom} =$	5 447
Ogółem			$V_{nom} =$	5 447
Całkowity strumień powietrza wentylacyjnego z uwzględnieniem współczynników C_r i C_w				8 497

Uwagi :

Strumień powietrza wentylacyjnego przyjęto z programu Insal Soft firmy Danfoss

Załącznik nr 3

A. Obliczenie sprawności systemu grzewczego

Dane dotyczące :

A1. W stanie istniejącym

A2. Po modernizacji

Lp.	Rodzaj sprawności	Sprawności z komentarzem usprawnień A1.		
1	2	3	4	5
1	Sprawność wytwarzania	$\eta_w =$	0,75	Kocioł na słomę
2	Sprawność przesyłania	$\eta_p =$	0,93	Przewody w średnim stanie tech. z brakami w izolacji cieplnej
3	Sprawność regulacji $\eta_r = 1 - (1 - \eta_{co}) \cdot 2 \cdot GRL^{1/2}$	$\eta_r =$	0,73	Instalacja z zaworami termostatycznymi, z automatyką pogodową
		GLR =	$\frac{1122 \text{ GJ}}{1341 \text{ GJ}}$	
		$\eta_{co} =$	0,85	
4	Sprawność wykorzystania	$\eta_e =$	0,95	Grzejniki żeliwne stare, usytuowane prawidłowo
5	Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta = \eta_w \cdot \eta_p \cdot \eta_r \cdot \eta_e$	$\eta =$	0,484	
6	Przerwa w ogrzewaniu w okresie tygodnia	$w_t =$	0,85	budynek szkolny, okres zajęć 5 dni
7	Przerwa w ogrzewaniu w ciągu doby	$w_d =$	0,95	Występują przerwy dobowe w trybie 8 h

Lp.	Rodzaj sprawności	Sprawności z komentarzem usprawnień A2.		
1	2	3	6	7
1	Sprawność wytwarzania	$\eta_w =$	0.75	Kocioł na słomę
2	Sprawność przesyłania	$\eta_p =$	0.95	uzupełnienie izolacji cieplnej instalacji c.o
3	Sprawność regulacji $\eta_r = 1 - (1 - \eta_{co}) \cdot 2 \cdot GRL^{-1/2}$	$\eta_r =$	0.98	instalacja z zaworami termostatycznymi, regulacja instalacji z poprawieniem przepływu.
		GLR =	$\frac{1122 \text{ GJ}}{858 \text{ GJ}}$	
		$\eta_{co} =$	0.99	
4	Sprawność wykorzystania	$\eta_e =$	0.95	Wymiana grzejników
5	Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta = \eta_w \cdot \eta_p \cdot \eta_r \cdot \eta_e$	$\eta =$	0,663	
6	Przerwa w ogrzewaniu w okresie tygodnia	$w_t =$	0.85	budynek szkolny, okres zajęć 5 dni
7	Przerwa w ogrzewaniu w ciągu doby	$w_d =$	0.95	Występują przerwy dobowe w trybie 8 h

Zestawienie sprawności regulacji i całkowitej systemu grzewczego dla wariantów

Obliczenie współczynnika η_{r0}

$$\eta_{r0} = 1 - (1 - \eta_{co0}) \cdot 2 \cdot (GRL_0)^{1/2}$$

Variant	η_{r1}	η_1
1	0,977	0,661
2	0,978	0,662
3	0,980	0,663
4	0,980	0,663
5	0,980	0,664
6	0,981	0,664
7	0,982	0,664

Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną do przygotowania ciepłej wody użytkowej w stanie istniejącym oraz po termomodernizacji	Przedsięwzięcie :	7.3.2
	Załącznik Nr 4	

Oplaty:	stała :			zmienna :			abonament :					
c.w.u.	O_{0m}	=	0,0	zł/(MW·m-c)	O_{0z}	=	49,98	zł/GJ	A_{0b}	=	0,00	zł/(m-c)
	O_{1m}	=	0,00	zł/(MW·m-c)	O_{1z}	=	49,98	zł/GJ	A_{1b}	=	0,00	zł/(m-c)

Lp.	Treść	Wartość
1	Liczba użytkowników OS =	577 osób
2	Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. przypadające na 1 użytkownika V_{OS} =	0,006 m ³ /d
3	Średnie zapotrzebowanie dobowe na c.w.u. w budynku $V_{dśr} = OS \cdot V_{OS}$ =	3,46 m ³ /d
4	Średni czas dobowy nagrzewania na c.w.u. t =	4 h
5	Średnie zapotrzebowanie godzinowe na c.w.u. $V_{hśr} = V_{dśr} / 16$ =	0,22 m ³ /h
6	Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1m ³ wody $Q_{cwj} = c_w \cdot p \cdot (t_c - t_{zw}) = 4,2 \cdot 1 \cdot (55 - 10) \cdot 10^{-3}$ =	0,189 GJ/m ³
Koszty ogrzania c.w.u. w stanie istniejącym		
7	Maksymalna moc cieplna (dla instalacji bez zasobnika c.w.u.) $q_{cw} = V_{hśr} \cdot Q_{cwj} \cdot 279$ =	11,6 kW
8	Roczne zużycie c.w.u. $V_{cw} = V_{dśr} \cdot 366$ =	1 264 m ³
9	Zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. $Q_{cw} = V_{cw} \cdot Q_{cwj}$ =	238,8 GJ
10	Sprawność wytwarzania η_w =	75%
11	Sprawność przesyłania η_p =	90%
12	Zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. z uwzględnieniem sprawności $Q_{cw}/(\eta_w \cdot \eta_p)$ =	353,8 GJ
13	Koszt przygotowania c.w.u. $O_{rcw} = (Q_{cw} \cdot O_{z0} + 12 \cdot q_{cw} \cdot O_{m0})/(\eta_w \cdot \eta_p) + 12 \cdot A_{b0}$ =	17 683 zł
14	Koszt wody zimnej dla ceny jednostkowej 5,25 zł/m ³ $O_{rwz} = V_{cw} \cdot 5,25$ =	6 634 zł
15	Całkowity koszt roczny c.w.u. $O_{r0} = O_{rcw} + O_{rwz}$ =	24 317 zł
16	Średni koszt 1 m ³ c.w.u. O_{rcw} / V_{cw} =	19,24 zł/m ³
Koszty ogrzania c.w.u. po termomodernizacji		
17	Maksymalna moc cieplna (dla instalacji z zasobnikiem c.w.u.) $q_{cw} = V_{hśr} \cdot Q_{cwj} \cdot 279$ =	9,8 kW
18	Roczne zużycie c.w.u. $V_{cw} = V_{dśr} \cdot 366$ =	1 264 m ³
19	Zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. $Q_{cw} = V_{cw} \cdot Q_{cwj}$ =	203,0 GJ
20	Sprawność wytwarzania η_w =	75%
21	Sprawność przesyłania η_p =	90%
22	Zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. z uwzględnieniem sprawności $Q_{cw}/(\eta_w \cdot \eta_p)$ =	300,7 GJ
23	Koszt przygotowania c.w.u. $O_{rcw} = (Q_{cw} \cdot O_{z0} + 12 \cdot q_{cw} \cdot O_{m0})/(\eta_w \cdot \eta_p) + 12 \cdot A_{b0}$ =	15 032 zł
24	Koszt wody zimnej dla ceny jednostkowej = 5,25 zł/m ³ $O_{rwz} = V_{cw} \cdot 5,25$ =	6 634 zł
25	Całkowity koszt roczny c.w.u. $O_{r1} = O_{rcw} + O_{rwz}$ =	21 666 zł
26	Średni koszt 1 m ³ c.w.u. O_{rcw} / V_{cw} =	17,15 zł/m ³
27	Roczne oszczędności kosztów produkcji c.w.u. po termomodernizacji $\Delta O_r = O_{r0} - O_{r1}$ =	2 651 zł

Uwagi :

Audyt energetyczny budynku : Powiatowe Centrum Edukacyjne - Zespół Szkół Ponadgimnazjalnych nr 2 w Leżarce, budynek A i C

Zestawienie obliczeń cieplnych dla stanu istniejącego

Kubatura budynku	6708	m ³
Kubatura pomieszczeń ogrzewanych	6708	m ³
Kubatura pomieszczeń nieogrzewanych	0	m ³
Powierzchnia pomieszczeń	2404	m ²
Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych	2404	m ²
Powierzchnia pomieszczeń nieogrzewanych	0	m ²
Średnia temp. pomieszczeń ogrzew.	18,7	°C
Strumień powietrza w budynku	5446,55	m ³ /h
Strata ciepła całkowita	121,701	kW
Straty ciepła na wentylację	17,591	kW
Strata ciepła przez przenikanie	104,11	kW
Zapotrzebowanie na ciepło w sezonie grzewczym	457,015	GJ
Średnia krotność wymian	0,81	1/h
Wskaźnik cieplny budynku - kubaturowy	18,1	W/m ³
Wskaźnik cieplny budynku - powierzchniowy	50,6	W/m ²
Wskaźnik zapotrzebowania na ciepło	190	MJ/m ²
Wskaźnik zapotrzebowania na ciepło (objętościowy)	68,1	MJ/m ³
Współczynnik A/V	0,587	m ⁻¹
Zyski od nasłonecznienia	294,552	GJ
Wewnętrzne zyski ciepła	826,943	GJ

Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania energii:

Miesiąc	Es _z [GJ]	Eprz.n. [GJ]	Eg [GJ]	Esw [GJ]	Ew [GJ]	Eint [GJ]	Es [GJ]	Eh [GJ]
Styczeń	164,1	0	6,6	0	60,9	-105,9	-15,5	115,3
Luty	147,5	0	6	0	54,7	-95,7	-26,6	93
Marzec	139,9	0	5,7	0	51,9	-105,9	-48,5	61,9
Kwiecień	99,5	0	4	0	36,9	-102,5	-65,6	19,9
Maj	40,3	0	1,6	0	14,9	-68,3	-55,9	1,6
Czerwiec	0	0	0	0	0	0	0	0
Lipiec	0	0	0	0	0	0	0	0
Sierpień	0	0	0	0	0	0	0	0
Wrzesień	15,5	0	0,6	0	5,7	-34,2	-17	0,5
Październik	81,8	0	3,3	0	30,4	-105,9	-35	15,7
Listopad	114,3	0	4,6	0	42,4	-102,5	-15,3	55,7
Grudzień	147,2	0	6	0	54,6	-105,9	-15,2	93,4
Podsumowanie	950,2	0	38,5	0	352,5	-826,9	-294,6	457

Nazwa przegrody	Typ	U0 [W/(m ² ·K)]	Q [kW]	%Q [%]	A [m ²]	%A [%]
PnG	PG	0,728	5	5,6	661,9	19,8
SZ_p	SZ	1,168	4	3,9	89,7	2,7
O_p	OZ	5,1	1	1,3	6,7	0,2
O_n	OZ	2	21	22	297,2	8,9
SZ	SZ	0,884	26	27,5	876,6	26,2
SZ_o	SZ	1,118	9	9,8	234,4	7
O_s	OZ	3	11	11,6	110,7	3,3
SZ_k	SZ	0,418	2	2,5	183,3	5,5
DZ_n	DZ	2,6	1	1,5	16,8	0,5
PnG	PG	0,786	2	1,6	58,9	1,8
DZ_s	DZ	5,1	0	0,5	3,1	0,1
ST_ł	StP	1,046	1	1	33,2	1
STD_ł	SD	0,962	1	0,9	33,2	1
STD	SD	0,357	9	9,3	716	21,4
STD_k	SD	0,962	1	0,9	29,3	0,9
			96	100	3350,8	100

Zestawienie wyników obliczeń cieplnych dla wariantu 1 i 2.

Kubatura budynku	6708 m ³
Kubatura pomieszczeń ogrzewanych	6708 m ³
Kubatura pomieszczeń nieogrzewanych	0 m ³
Powierzchnia pomieszczeń	2404 m ²
Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych	2404 m ²
Powierzchnia pomieszczeń nieogrzewanych	0 m ²
Średnia temp. pomieszczeń ogrzew.	18,8 °C
Strumień powietrza w budynku	5446,55 m ³ /h
Strata ciepła całkowita	79,375 kW
Straty ciepła na wentylację	17,846 kW
Strata ciepła przez przenikanie	61,529 kW
Zapotrzebowanie na ciepło w sezonie grzewczym	130,544 GJ
Średnia krotność wymian	0,81 1/h
Wskaźnik cieplny budynku - kubaturowy	11,8 W/m ³
Wskaźnik cieplny budynku - powierzchniowy	33 W/m ²
Wskaźnik zapotrzebowania na ciepło	54,3 MJ/m ²
Wskaźnik zapotrzebowania na ciepło (objętościowy)	19,5 MJ/m ³
Współczynnik A/V	0,587 m ⁻¹
Zyski od nasłonecznienia	294,552 GJ
Wewnętrzne zyski ciepła	826,943 GJ

Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania energii:

Miesiąc	Es _z [GJ]	Eprz.n. [GJ]	Eg [GJ]	Esw [GJ]	Ew [GJ]	Eint [GJ]	Es [GJ]	Eh [GJ]
Styczeń	80,2	0	6,5	0	61,2	-105,9	-15,5	40
Luty	72,1	0	5,9	0	55	-95,7	-26,6	28,9
Marzec	68,4	0	5,6	0	52,3	-105,9	-48,5	13,9
Kwiecień	48,8	0	4	0	37,2	-102,5	-65,6	2,6
Maj	19,9	0	1,6	0	15,2	-68,3	-55,9	0,1
Czerwiec	0	0	0	0	0	0	0	0
Lipiec	0	0	0	0	0	0	0	0
Sierpień	0	0	0	0	0	0	0	0
Wrzesień	7,7	0	0,6	0	5,8	-34,2	-17	0
Październik	40,2	0	3,3	0	30,7	-105,9	-35	2
Listopad	56	0	4,6	0	42,7	-102,5	-15,3	13,7
Grudzień	72	0	5,9	0	54,9	-105,9	-15,2	29,3
Podsumowanie	465,2	0	37,9	0	355,1	-826,9	-294,6	130,5

Nazwa przegrody	Typ	U ₀ [W/(m ² ·K)]	Q [kW]	%Q [%]	A [m ²]	%A [%]
PnG	PG	0,728	5	10,1	661,9	19,8
SZ_p	SZ	0,249	1	1,5	89,7	2,7
O_p	OZ	1,5	0	0,7	6,7	0,2
O_n	OZ	2	21	39,1	297,2	8,9
SZ	SZ	0,242	7	13,4	876,6	26,2
SZ_o	SZ	0,241	2	3,7	234,4	7
O_s	OZ	1,5	6	10,3	110,7	3,3
SZ_k	SZ	0,418	2	4,4	183,3	5,5
DZ_n	DZ	2,6	1	2,6	16,8	0,5
PnG	PG	0,786	2	2,9	58,9	1,8
DZ_s	DZ	1,5	0	0,3	3,1	0,1
ST_ł	StP	0,253	0	0,4	33,2	1
STD_ł	SD	0,212	0	0,4	33,2	1
STD	SD	0,185	5	8,5	716	21,4
STD_k	SD	0,962	1	1,7	29,3	0,9
			54	100	3350,8	100

Zestawienie wyników obliczeń cieplnych dla wariantu 3.

Kubatura budynku	6708	m ³
Kubatura pomieszczeń ogrzewanych	6708	m ³
Kubatura pomieszczeń nieogrzewanych	0	m ³
Powierzchnia pomieszczeń	2404	m ²
Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych	2404	m ²
Powierzchnia pomieszczeń nieogrzewanych	0	m ²
Średnia temp. pomieszczeń ogrzew.	18,8	°C
Strumień powietrza w budynku	5446,55	m ³ /h
Strata ciepła całkowita	83,757	kW
Straty ciepła na wentylację	17,846	kW
Strata ciepła przez przenikanie	65,911	kW
Zapotrzebowanie na ciepło w sezonie grzewczym	152,62	GJ
Średnia krotność wymian	0,81	1/h
Wskaźnik cieplny budynku - kubaturowy	12,5	W/m ³
Wskaźnik cieplny budynku - powierzchniowy	34,8	W/m ²
Wskaźnik zapotrzebowania na ciepło (powierzchniowy)	63,5	MJ/m ²
Wskaźnik zapotrzebowania na ciepło (objętościowy)	22,8	MJ/m ³
Współczynnik A/V	0,587	m ⁻¹
Zyski od nasłonecznienia	294,552	GJ
Wewnętrzne zyski ciepła	826,943	GJ

Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania energii:

Miesiąc	Es _z [GJ]	Eprz.n. [GJ]	E _g [GJ]	E _{sw} [GJ]	E _w [GJ]	E _{int} [GJ]	E _s [GJ]	E _h [GJ]
Styczeń	87,3	0	6,5	0	61,2	-105,9	-15,5	45,8
Luty	78,5	0	5,9	0	55	-95,7	-26,6	33,6
Marzec	74,5	0	5,6	0	52,3	-105,9	-48,5	16,8
Kwiecień	53,1	0	4	0	37,2	-102,5	-65,6	3,3
Maj	21,6	0	1,6	0	15,2	-68,3	-55,9	0,1
Czerwiec	0	0	0	0	0	0	0	0
Lipiec	0	0	0	0	0	0	0	0
Sierpień	0	0	0	0	0	0	0	0
Wrzesień	8,3	0	0,6	0	5,8	-34,2	-17	0
Październik	43,8	0	3,3	0	30,7	-105,9	-35	2,6
Listopad	61	0	4,6	0	42,7	-102,5	-15,3	16,4
Grudzień	78,4	0	5,9	0	54,9	-105,9	-15,2	34
Podsumowanie	506,5	0	37,9	0	355,1	-826,9	-294,6	152,6

Nazwa przegrody	Typ	U ₀ [W/(m ² ·K)]	Q [kW]	%Q [%]	A [m ²]	%A [%]
PnG	PG	0,728	5	9,3	661,9	19,8
SZ_p	SZ	0,249	1	1,4	89,7	2,7
O_p	OZ	1,5	0	0,6	6,7	0,2
O_n	OZ	2	21	36,2	297,2	8,9
SZ	SZ	0,242	7	12,4	876,6	26,2
SZ_o	SZ	0,241	2	3,5	234,4	7
O_s	OZ	1,5	6	9,6	110,7	3,3
SZ_k	SZ	0,418	2	4,1	183,3	5,5
DZ_n	DZ	2,6	1	2,4	16,8	0,5
PnG	PG	0,786	2	2,7	58,9	1,8
DZ_s	DZ	1,5	0	0,2	3,1	0,1
ST_l	StP	0,253	0	0,4	33,2	1
STD_l	SD	0,212	0	0,3	33,2	1
STD	SD	0,357	9	15,3	716	21,4
STD_k	SD	0,962	1	1,6	29,3	0,9
			58	100	3350,8	100

Zestawienie wyników obliczeń cieplnych dla wariantu 4.

Kubatura budynku	6708 m ³
Kubatura pomieszczeń ogrzewanych	6708 m ³
Kubatura pomieszczeń nieogrzewanych	0 m ³
Powierzchnia pomieszczeń	2404 m ²
Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych	2404 m ²
Powierzchnia pomieszczeń nieogrzewanych	0 m ²
Średnia temp. pomieszczeń ogrzew.	18,8 °C
Strumień powietrza w budynku	5446,55 m ³ /h
Strata ciepła całkowita	103,057 kW
Straty ciepła na wentylację	17,846 kW
Strata ciepła przez przenikanie	85,211 kW
Zapotrzebowanie na ciepło w sezonie grzewczym	267,267 GJ
Średnia krotność wymian	0,81 1/h
Wskaźnik cieplny budynku - kubaturowy	15,4 W/m ³
Wskaźnik cieplny budynku - powierzchniowy	42,9 W/m ²
Wskaźnik zapotrzebowania na ciepło	111 MJ/m ²
Wskaźnik zapotrzebowania na ciepło (objętościowy)	39,8 MJ/m ³
Współczynnik A/V	0,587 m ⁻¹
Zyski od nasłonecznienia	294,552 GJ
Wewnętrzne zyski ciepła	826,943 GJ

Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania energii:

Miesiąc	Esz [GJ]	Eprz.n. [GJ]	Eg [GJ]	Esw [GJ]	Ew [GJ]	Eint [GJ]	Es [GJ]	Eh [GJ]
Styczeń	119,2	0	6,6	0	61,2	-105,9	-15,5	73,6
Luty	107,2	0	6	0	55	-95,7	-26,6	56,8
Marzec	101,7	0	5,7	0	52,3	-105,9	-48,5	33,1
Kwiecień	72,5	0	4	0	37,2	-102,5	-65,6	8,3
Maj	29,5	0	1,6	0	15,2	-68,3	-55,9	0,5
Czerwiec	0	0	0	0	0	0	0	0
Lipiec	0	0	0	0	0	0	0	0
Sierpień	0	0	0	0	0	0	0	0
Wrzesień	11,4	0	0,6	0	5,8	-34,2	-17	0,1
Październik	59,8	0	3,3	0	30,7	-105,9	-35	6,5
Listopad	83,2	0	4,6	0	42,7	-102,5	-15,3	31
Grudzień	107	0	5,9	0	54,9	-105,9	-15,2	57,3
Podsumowanie	691,6	0	38,4	0	355,1	-826,9	-294,6	267,3

Nazwa przegrody	Typ	U0 [W/(m ² ·K)]	Q [kW]	%Q [%]	A [m ²]	%A [%]
PnG	PG	0,728	5	7	661,9	19,8
SZ_p	SZ	0,249	1	1	89,7	2,7
O_p	OZ	1,5	0	0,5	6,7	0,2
O_n	OZ	2	21	27,2	297,2	8,9
SZ	SZ	0,884	26	34,1	876,6	26,2
SZ_o	SZ	0,241	2	2,6	234,4	7
O_s	OZ	1,5	6	7,2	110,7	3,3
SZ_k	SZ	0,418	2	3,1	183,3	5,5
DZ_n	DZ	2,6	1	1,8	16,8	0,5
PnG	PG	0,786	2	2	58,9	1,8
DZ_s	DZ	1,5	0	0,2	3,1	0,1
ST_ł	StP	0,253	0	0,3	33,2	1
STD_ł	SD	0,212	0	0,3	33,2	1
STD	SD	0,357	9	11,5	716	21,4
STD_k	SD	0,962	1	1,2	29,3	0,9
			77	100	3350,8	100

Zestawienie wyników obliczeń cieplnych dla wariantu 5.

Kubatura budynku	6708 m ³
Kubatura pomieszczeń ogrzewanych	6708 m ³
Kubatura pomieszczeń nieogrzewanych	0 m ³
Powierzchnia pomieszczeń	2404 m ²
Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych	2404 m ²
Powierzchnia pomieszczeń nieogrzewanych	0 m ²
Średnia temp. pomieszczeń ogrzew.	18,8 °C
Strumień powietrza w budynku	5446,55 m ³ /h
Strata ciepła całkowita	104,509 kW
Straty ciepła na wentylację	17,846 kW
Strata ciepła przez przenikanie	86,663 kW
Zapotrzebowanie na ciepło w sezonie grzewczym	279,919 GJ
Średnia krotność wymian	0,81 1/h
Wskaźnik cieplny budynku - kubaturowy	15,6 W/m ³
Wskaźnik cieplny budynku - powierzchniowy	43,5 W/m ²
Wskaźnik zapotrzebowania na ciepło (powierzchniowy)	116 MJ/m ²
Wskaźnik zapotrzebowania na ciepło (objętościowy)	41,7 MJ/m ³
Współczynnik A/V	0,587 m ⁻¹
Zyski od nasłonecznienia	294,552 GJ
Wewnętrzne zyski ciepła	826,943 GJ

Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania energii:

Miesiąc	Es _z [GJ]	Eprz.n. [GJ]	Eg [GJ]	Esw [GJ]	Ew [GJ]	Eint [GJ]	Es [GJ]	Eh [GJ]
Styczeń	122,4	0	6,6	0	61,2	-105,9	-15,5	76,5
Luty	110,1	0	6	0	55	-95,7	-26,6	59,3
Marzec	104,5	0	5,7	0	52,3	-105,9	-48,5	34,9
Kwiecień	74,5	0	4	0	37,2	-102,5	-65,6	9
Maj	30,3	0	1,6	0	15,2	-68,3	-55,9	0,5
Czerwiec	0	0	0	0	0	0	0	0
Lipiec	0	0	0	0	0	0	0	0
Sierpień	0	0	0	0	0	0	0	0
Wrzesień	11,7	0	0,6	0	5,8	-34,2	-17	0,2
Październik	61,4	0	3,3	0	30,7	-105,9	-35	7,1
Listopad	85,5	0	4,6	0	42,7	-102,5	-15,3	32,6
Grudzień	109,9	0	5,9	0	54,9	-105,9	-15,2	59,8
Podsumowanie	710,1	0	38,4	0	355,1	-826,9	-294,6	279,9

Nazwa przegrody	Typ	U0 [W/(m ² ·K)]	Q [kW]	%Q [%]	A [m ²]	%A [%]
PnG	PG	0,728	5	6,9	661,9	19,8
SZ_p	SZ	0,249	1	1	89,7	2,7
O_p	OZ	1,5	0	0,5	6,7	0,2
O_n	OZ	2	21	26,7	297,2	8,9
SZ	SZ	0,884	26	33,5	876,6	26,2
SZ_o	SZ	0,241	2	2,6	234,4	7
O_s	OZ	1,5	6	7,1	110,7	3,3
SZ_k	SZ	0,418	2	3	183,3	5,5
DZ_n	DZ	2,6	1	1,8	16,8	0,5
PnG	PG	0,786	2	2	58,9	1,8
DZ_s	DZ	1,5	0	0,2	3,1	0,1
ST_l	StP	1,046	1	1,2	33,2	1
STD_l	SD	0,962	1	1,1	33,2	1
STD	SD	0,357	9	11,3	716	21,4
STD_k	SD	0,962	1	1,1	29,3	0,9
			79	100	3350,8	100

Zestawienie wyników obliczeń cieplnych dla wariantu 6.

Kubatura budynku	6708 m ³
Kubatura pomieszczeń ogrzewanych	6708 m ³
Kubatura pomieszczeń nieogrzewanych	0 m ³
Powierzchnia pomieszczeń	2404 m ²
Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych	2404 m ²
Powierzchnia pomieszczeń nieogrzewanych	0 m ²
Średnia temp. pomieszczeń ogrzew.	18,8 °C
Strumień powietrza w budynku	5446,55 m ³ /h
Strata ciepła całkowita	111,905 kW
Straty ciepła na wentylację	17,846 kW
Strata ciepła przez przenikanie	94,059 kW
Zapotrzebowanie na ciepło w sezonie grzewczym	326 GJ
Średnia krotność wymian	0,81 1/h
Wskaźnik cieplny budynku - kubaturowy	16,7 W/m ³
Wskaźnik cieplny budynku - powierzchniowy	46,6 W/m ²
Wskaźnik zapotrzebowania na ciepło (powierzchniowy)	136 MJ/m ²
Wskaźnik zapotrzebowania na ciepło (objętościowy)	48,6 MJ/m ³
Współczynnik A/V	0,587 m ⁻¹
Zyski od nasłonecznienia	294,552 GJ
Wewnętrzne zyski ciepła	826,943 GJ

Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania energii:

Miesiąc	Esz [GJ]	Eprz.n [GJ]	Eg [GJ]	Esw [GJ]	Ew [GJ]	Eint [GJ]	Es [GJ]	Eh [GJ]
Styczeń	133,7	0	6,7	0	61,2	-105,9	-15,5	86,9
Luty	120,2	0	6	0	55	-95,7	-26,6	68,3
Marzec	114,1	0	5,7	0	52,3	-105,9	-48,5	41,8
Kwiecień	81,3	0	4,1	0	37,2	-102,5	-65,6	11,6
Maj	33,1	0	1,7	0	15,2	-68,3	-55,9	0,7
Czerwiec	0	0	0	0	0	0	0	0
Lipiec	0	0	0	0	0	0	0	0
Sierpień	0	0	0	0	0	0	0	0
Wrzesień	12,8	0	0,6	0	5,8	-34,2	-17	0,2
Październik	67	0	3,3	0	30,7	-105,9	-35	9,1
Listopad	93,3	0	4,7	0	42,7	-102,5	-15,3	38,6
Grudzień	120	0	6	0	54,9	-105,9	-15,2	68,8
Podsumowanie	775,4	0	38,7	0	355,1	-826,9	-294,6	326

Nazwa przegrody	Typ	U0 [W/(m ² ·K)]	Q [kW]	%Q [%]	A [m ²]	%A [%]
PnG	PG	0,728	5	6,3	661,9	19,8
SZ_p	SZ	0,249	1	0,9	89,7	2,7
O_p	OZ	1,5	0	0,4	6,7	0,2
O_n	OZ	2	21	24,5	297,2	8,9
SZ	SZ	0,884	26	30,6	876,6	26,2
SZ_o	SZ	1,118	9	10,9	234,4	7
O_s	OZ	1,5	6	6,5	110,7	3,3
SZ_k	SZ	0,418	2	2,8	183,3	5,5
DZ_n	DZ	2,6	1	1,6	16,8	0,5
PnG	PG	0,786	2	1,8	58,9	1,8
DZ_s	DZ	1,5	0	0,2	3,1	0,1
ST_l	StP	1,046	1	1,1	33,2	1
STD_l	SD	0,962	1	1	33,2	1
STD	SD	0,357	9	10,4	716	21,4
STD_k	SD	0,962	1	1	29,3	0,9
			86	100	3350,8	100

Zestawienie wyników obliczeń cieplnych dla wariantu 7.

Kubatura budynku	6708	m ³
Kubatura pomieszczeń ogrzewanych	6708	m ³
Kubatura pomieszczeń nieogrzewanych	0	m ³
Powierzchnia pomieszczeń	2404	m ²
Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych	2404	m ²
Powierzchnia pomieszczeń nieogrzewanych	0	m ²
Średnia temp. pomieszczeń ogrzew.	18,8	°C
Strumień powietrza w budynku	5446,55	m ³ /h
Strata ciepła całkowita	115,259	kW
Straty ciepła na wentylację	17,846	kW
Strata ciepła przez przenikanie	97,412	kW
Zapotrzebowanie na ciepło w sezonie grzewczym	413,772	GJ
Średnia krotność wymian	0,81	1/h
Wskaźnik cieplny budynku - kubaturowy	17,2	W/m ³
Wskaźnik cieplny budynku - powierzchniowy	47,9	W/m ²
Wskaźnik zapotrzebowania na ciepło (powierzchniowy)	172	MJ/m ²
Wskaźnik zapotrzebowania na ciepło (objętościowy)	61,7	MJ/m ³
Współczynnik A/V	0,587	m ⁻¹
Zyski od nasłonecznienia	294,552	GJ
Wewnętrzne zyski ciepła	826,943	GJ

Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania energii:

Miesiąc	EsZ [GJ]	Eprz.n. [GJ]	Eg [GJ]	Esw [GJ]	Ew [GJ]	Eint [GJ]	Es [GJ]	Eh [GJ]
Styczeń	154	0	6,7	0	61,2	-105,9	-15,5	106
Luty	138,4	0	6	0	55	-95,7	-26,6	84,9
Marzec	131,4	0	5,7	0	52,3	-105,9	-48,5	55,2
Kwiecień	93,7	0	4,1	0	37,2	-102,5	-65,6	17
Maj	38,1	0	1,7	0	15,2	-68,3	-55,9	1,3
Czerwiec	0	0	0	0	0	0	0	0
Lipiec	0	0	0	0	0	0	0	0
Sierpień	0	0	0	0	0	0	0	0
Wrzesień	14,7	0	0,6	0	5,8	-34,2	-17	0,4
Październik	77,2	0	3,3	0	30,7	-105,9	-35	13,5
Listopad	107,5	0	4,7	0	42,7	-102,5	-15,3	50,2
Grudzień	138,2	0	6	0	54,9	-105,9	-15,2	85,4
Podsumowanie	893,3	0	38,7	0	355,1	-826,9	-294,6	413,6

Nazwa przegrody	Typ	U0 [W/(m ² ·K)]	Q [kW]	%Q [%]	A [m ²]	%A [%]
PnG	PG	0,728	5	6,1	661,9	19,8
SZ_p	SZ	1,168	4	4,2	89,7	2,7
O_p	OZ	1,5	0	0,4	6,7	0,2
O_n	OZ	2	21	23,7	297,2	8,9
SZ	SZ	0,884	26	29,6	876,6	26,2
SZ_o	SZ	1,118	9	10,5	234,4	7
O_s	OZ	1,5	6	6,3	110,7	3,3
SZ_k	SZ	0,418	2	2,7	183,3	5,5
DZ_n	DZ	2,6	1	1,6	16,8	0,5
PnG	PG	0,786	2	1,7	58,9	1,8
DZ_s	DZ	1,5	0	0,2	3,1	0,1
ST_l	StP	1,046	1	1,1	33,2	1
STD_l	SD	0,962	1	1	33,2	1
STD	SD	0,357	9	10	716	21,4
STD_k	SD	0,962	1	1	29,3	0,9
			89	100	3350,8	100



Os. St. Batorego 39/43
60-687 Poznań
tel/fax 061 821 81 22
biuro@minter.pl
www.minter.pl

Poznań, 02-08-2006

ZABEZPIECZENIE