

AUDYT ENERGETYCZNY Z AUDYTEM OŚWIETLENIA WNĘTRZ BUDYNKU

SAMORZĄDOWEGO PRZEDSZKOLA W CHMIENIKU

dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji w trybie

Ustawy (Dz. U. Nr 223, poz. 1459) z dnia 21 listopada 2008 o wspieraniu termomodernizacji i remontów;



ADRES INWESTYCJI:

MIEJSCOWOŚĆ:

OBRĘB:

GMINA:

POWIAT:

WOJEWÓDZTWO:

CHMIELNIK, DZIAŁKA NR EWID. 1197/3

0001 CHMIELNIK

CHMIELNIK

KIELECKI

ŚWIĘTOKRZYSKIE


WYKONAWCA AUDYTU:

USŁUGI PROJEKTOWO-BUDOWLANE

PROJEKT-TECHNIKA

UL. SKIBIŃSKIEGO 13

25-819 KIELCE

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku			
1. Dane identyfikacyjne budynku:			
1.1. Rodzaj budynku:	Użyteczności publicznej	1.2. Rok ukończenia budowy:	1965
1.3. Właściciel lub zarządca:	Gmina Chmielnik Plac Kościuszki 7 26-020 Chmielnik	1.4. Adres budynku:	Budynek Samorządowego Przedszkola dz. nr ewid.1197/3, Obręb 0001Chmielnik Gmina Chmielnik
2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt: Usługi Projektowo Budowlane „Projekt – Technika” ul. Skibińskiego 13; 25-819 Kielce Regon: 260460496 www.projekt-technika.pl email: biuro@projekt-technika.pl			
3. Imię, nazwisko, adres oraz numer PESEL, audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:			
mgr inż. Dariusz Czerwik ul. Skibińskiego 13 25-819 Kielce 78061608271		 <p>ZRZESZENIE AUDYTORÓW ENERGETYCZNYCH 00-002 WARSZAWA, ul. Świętokrzyska 20 tel. 22 50 54 784; www.zae.org.pl</p> <p>LEGITYMACJA nr 1851 ważna do 31.03.2017</p> <p><i>Dariusz Czerwik</i></p> <p>Jest członkiem Zrzeszenia Audytorów Energetycznych</p>	
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	-	-	-
2	-	-	-
3	-	-	-
5. Miejscowość: Kielce		Data wykonania opracowania: 06/02/2017	
6. Spis treści:			
1. Strona tytułowa		str.2	
2. Karta audytu energetycznego.....		str.3	
3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wtyczne i uwagi inwestora budowlanego budynku		str.5	
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku		str.7	
5. Ocena stanu technicznego budynku		str.11	
6. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych		str.13	
7. Określenie optymalnego wariantu termomodernizacyjnego		str.14	
8. Opis wariantu optymalnego		str.28	
9. Załączniki		str.29	

2. Karta audytu energetycznego ¹⁾			
1. Dane ogólne:		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja / technologia budynku	tradycyjna	tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji	2 - częściowo podpiwniczony	2 - częściowo podpiwniczony
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	1538,0	1777,3
4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	681,50	679,2
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m ²]	0,0	0,0
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	569,90	679,2
7.	Liczka lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	120	120
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	Centralne	Centralne
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	Centralne	Centralne
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,5	0,7
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	Obiekt znajduje się na terenie zabytkowego układu urbanistycznego, lecz przewidziany zakres prac nie koliduje z warunkami ochrony konserwatorskiej;	Obiekt znajduje się na terenie zabytkowego układu urbanistycznego, lecz przewidziany zakres prac nie koliduje z warunkami ochrony konserwatorskiej;
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m²K]			
1.	Ściany zewnętrzne nadziemia:	1,21	0,19
2.	Ściany zewnętrzne piwnic:	2,34	0,37
3.	Ściany na gruncie:	2,32	0,37
4.	Stropodach:	1,65	0,17
5.	Strop nad piwnicą / Strop nad parterem	1,93 / 2,24	1,93 / 2,24
6.	Okna zewnętrzne:	1,8	1,1
7.	Drzwi zewnętrzne:	2,4	1,3
8.	Podłoga na gruncie:	1,1	1,1
9.	Inne:	-	-
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,69	0,92
2.	Sprawność przesyłania [-]	0,80	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,77	0,93
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00

5.	Uwzgl. przerwy na ogrzewania w okresie tygodnia [-]	1,00	1,00
6.	Uwzgl. przerwy na ogrzewania w ciągu doby [-]	1,00	0,95
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,60	0,65 / 0,99
2.	Sprawność przesyłania [-]	0,60	0,80 / 0,80
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	-	-
4.	Sprawność akumulacji [-]	0,65	0,85 / 0,85
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna	mechaniczna nawiewno-wywiewna z odzyskiem ciepła, mechaniczna wywiewna, naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	nieszczelności okien i drzwi, kanały went.	Czerpnie w ścianie elewacji, wyrzutnie na dachu budynku
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	2461,4	2708,1
4.	Liczba wymian [l/h]	1	od 1 do 2
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna syst. grzewczego [kW]	84,18	45,64
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie c.w.u. [kW]	11,94	10,47
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	455,85	78,24
4.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1072,49	95,25
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania c.w.u. [GJ/rok]	73,75	40,14
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	---	---
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie c.w.u. (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	---	---
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² *rok)]	222,19	32,00
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² *rok)]	522,74	38,95
10. ²⁾	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00	9,03
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzenia audytu)			
1.	Koszt za 1GJ ciepła do ogrzewania budynku ³⁾ [zł/GJ]	29,54	48,99

2.	Koszt 1MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	604,17	645,83
3.	Koszt przygotowania 1m ³ ciepłej wody użytkowej [zł/m ³]	0,00	0,00
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie c.w.u. na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	604,17	645,83
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej miesięcznie [zł/(m ² m-c)]	---	---
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00
7.	Inne - opłata abonamentowa [zł]	0,00	0,00

8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Planowana kwota kredytu [zł]	565508,29	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	88,60
Planowane koszty całkowite [zł]	565508,29	Premia termomodernizacyjna [zł]	56706,35
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]			28353,18

¹⁾ Dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku;

²⁾ U_{OZE} [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej;

³⁾ Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii;

⁴⁾ Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii;

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

3.1 Dokumentacja projektowa

- Projekt techniczny architektoniczno – budowlany;
- Projekt techniczny instalacji c.o., c.w.u., wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła;
- Inwentaryzacja Architektoniczna;

3.2. Inne dokumenty i materiały pomocnicze

- Ustawy i Rozporządzenia:
 - Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 06 listopada 2008r. „w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej.”;
 - Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. „w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.”;
 - Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. „w sprawie szczegółowego sposobu weryfikacji audytu energetycznego i części audytu remontowego oraz szczegółowych warunków, jakie powinny spełniać podmioty, którym Bank Gospodarstwa Krajowego może zlecać wykonanie weryfikacji audytów.”;
 - Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 września 2015r. „zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.”;

- Ustawa „o wspieraniu termomodernizacji i remontów” z dnia 21 listopada 2008r. z późniejszymi zmianami ;
- Normy techniczne:
 - PN-EN ISO 6946 – „Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania.”;
 - PN-EN ISO 13790:2008 – „Obliczenia zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia.”;
 - PN-83/B-03430 – „Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania.”;
 - PN-82/B-02402 – „Temperatury ogrzewanych pomieszczeń w budynkach.”;
 - PN-82/B-02403 – „Temperatury obliczeniowe zewnętrzne.”;
 - PN-EN 12831:2006 – Metoda obliczania projektowanego obciążenia cieplnego;
 - PN- ISO 9836:1997 – „Określanie i obliczanie wskaźników powierzchniowych i kubaturowych.”;
- Program komputerowy „Arcadia Termo” do obliczenia sezonowego zapotrzebowania na ciepło;
- Oferty firm budowlanych działających na rynku lokalnym dotyczące wykonania ocieplenia ścian zewnętrznych nadziemia i piwnic, stropodachu, dostawy stolarki okiennej i drzwiowej, wykonania instalacji c.o., c.w.u., wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła;
- Dokumentacja fotograficzna wykonana przez Audytora;

3.3. Osoby udzielające informacji

- Wszelkich informacji udzieliła:
Pani Bożena Stępień;

3.4. Data wizji lokalnej

- Wizji lokalnej dokonano dnia 15.04.2015;

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

- Zmniejszenie kosztów ogrzewania i podgrzewania c.w.u. w budynku;
- Wykorzystanie pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie Termomodernizacyjnej lub uzyskanie dotacji na wykonanie działań modernizacyjnych z innych źródeł;

3.6. Zadeklarowany maksymalny wkład własny na pokrycie kosztów termomodernizacji

- Inwestor zadeklarował wkład własny w wysokości 0,00 [zł];
- Inwestor zamierza skorzystać z dofinansowania z NFOŚiGW na 100% kosztów przedsięwzięcia;

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana

4a. Ogólne dane o budynku

Własność budynku	prywatna	spółdzielcza	publiczna X
Przeznaczenie budynku	mieszkalny	mieszkalno-usługowy ...	oświata X
Osiedle			
Adres	Budynek Samorządowego Przedszkola dz. nr ewid.1197/3, Obręb 0001Chmielnik Gmina Chmielnik		
Budynek	wolnostojący X bliźniak	segment w zabudowie szeregowej blok mieszkalny, wielorodzinny	

Rok budowy	1959	Rok zasiedlenia
Technologia wykonania budynku	tradycyjna		
1. Powierzchnia zabudowana ¹⁾ [m ²]	358,42	11. Liczba klatek schodowych	2
2. Kubatura budynku ²⁾ [m ³]	3299,52	12. Liczba kondygnacji	2 - częściowo podpiwniczony
3. Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, szybów, wind, otwartych wnęk, loggi i galerii [m ³]	1538,00	13. Wysokość kondygnacji w świetle [m]	2,7
4. Powierzchnia użytkowa mieszkań ¹⁾ [m ²]	0,00	14. Liczba mieszkańców / pracowników	120
5. Powierzchnia korytarzy [m ²]	177,00	15. Liczba mieszkań / pomieszczeń	52
6. Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym [m ²]	0,00	16. Liczba mieszkań / pomieszczeń o powierzchni <50 m ²	45
7. Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy [m ²]	126,50	17. Liczba mieszkań / pomieszczeń o powierzchni 50-100 m ²	6
8. Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych [m ²]	0,00	18. Liczba mieszkań / pomieszczeń o powierzchni >100 m ²	0
9. Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku [4+5+6+7+8] [m ²]	266,4	19. Liczba mieszkań / pomieszczeń z WC w łazience	6
10. Budynek podpiwniczony	Częściowo	20. Liczba mieszkań / pomieszczeń z WC osobno	1

¹⁾²⁾ PN-ISO 9836:1997

Właściwości użytkowe w budownictwie - Określanie i obliczanie wskaźników powierzchniowych i kubaturowych.

4.b. Uproszczona dokumentacja techn. w załącznikach

Elewacja południowo-zachodnia:



Elewacja północno-wschodnia:



Elewacja południowo-wschodnia



Elewacja północno-zachodnia



4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Istniejący budynek przeznaczony do termomodernizacji - Samorządowe Przedszkole – powstał w 1959r.. Jest budynkiem dwukondygnacyjnym, częściowo podpiwniczonym. Obiekt o konstrukcji murowanej z cegły pełnej. Dach płaski o nachyleniu 5 stopni. Budynek przedszkola jest przeznaczony całościowo do termomodernizacji polegającej na dociepleniu ścian zewnętrznych, docieplenie stropodachu, kompleksowej modernizacji instalacji wewnętrznej c.o.- wymianie grzejników na płytowe, dopuszczone do użytku w przedszkolach, kompleksowej modernizacji instalacji wewnętrznej c.w.u oraz wykonanie robót towarzyszących takich jak m.in. opaska wokół budynku. Przewidziany

jest również montaż paneli fotowoltaicznych na konstrukcji metalowej przymocowanych do dachu w celu pozyskania energii elektrycznej, która zostanie wykorzystana na potrzeby przedszkola, m.in. do ogrzewania ciepłej wody użytkowej.

Ścianki działowe wykonane z cegły pełnej. Tynki zewnętrzne cem.-wap. Tynk wewnętrzny cementowo – wapienny. Stropodach nie docieplony przykryty papą. Maksymalna wysokość budynku wynosi przed termomodernizacją $H=8,16\text{m}$. Budynek wyposażony jest w instalację centralnego ogrzewania. Budynek wyposażony jest również w instalacje: wody zimnej, kanalizacji sanitarnej, elektryczną oświetleniową, i wentylacji grawitacyjnej.

Przedmiotowy obiekt znajduje się na terenie zabytkowego układu urbanistycznego miasta Chmielnika. Zakres prac przewidzianych do realizacji przy budynku Samorządowego Przedszkola nie koliduje z warunkami ochrony konserwatorskiej zabytkowego układu urbanistycznego miasta Chmielnika, chronionego przez ujęcie w gminnej ewidencji zabytków.

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

Lp.	Opis	Pow. całk. [m ²]	Pow. do obl. strat ciepła [m ²]	U _K [W/(m ² K)]
1.	Ściana zewnętrzna nadziemia	550,60	444,20	1,21
2.	Ściana zewnętrzna piwnic ponad gruntem / w gruncie	266,17	258,98	2,34
3.	Stropodach	433,00	343,82	1,65
4.	Strop nad piwnicą	343,82	343,82	1,93
5.	Strop nad parterem	343,82	343,82	2,24
6.	Podłoga na gruncie	343,82	343,82	1,1
7.	Okna zewnętrzne piwnic / nadziemia	115,92	115,92	2,4 / 1,8
8.	Drzwi zewnętrzne	9,03	9,03	2,4

4.d. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.o.)	q _{moc} [kW]	84,18
2.	Zamówiona moc cieplna (łącznie dla c.o. i c.w.u.)	q [kW]	96,12
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzgl. sprawności systemu ogrzewania	Q _H [GJ]	455,85
4.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła	$E = Q_H/V$ [kWh/m ³ a]	71,24
5.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	Q _S [GJ]	167,62
6.	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	[zł/MW]	604,17
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	[zł/GJ]	29,54
	opłata abonamentowa miesięcznie	[zł]	-

4.e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	Źródło ciepła: kocioł na paliwo stałe
2.	Parametry instalacji	70 / 55 [°C]
3.	Przewody w instalacji	Stalowe
4.	Rodzaje grzejników	Żeliwne, stalowe płytowe oraz grzejniki fawiera
5.	Oslonięcie grzejników	Nie
6.	Zawory termostacyjne	Brak
7.	Sprawności składowe systemu grzewczego	$\eta_{H,g} = 0,69$; $\eta_{H,d} = 0,80$; $\eta_{H,e} = 0,77$; $\eta_{H,s} = 1,00$
8.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu / liczba godzin na dobę	Bez przerw
9.	Modernizacja instalacji w latach 1935 - 2014	---

4.f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	Kocioł dwufunkcyjny, centralna instalacja c.w.u.
2.	Piony i ich izolacja	Brak izolacji przewodów
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	--
4.	Zużycie ciepłej wody w m ² /m-c określone wg pomiaru	---

4.g. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	Grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	2461,4

4.h. Charakterystyka węzła ciepłego lub kotłowni w budynku

Kocioł dwufunkcyjny c.o. + c.w.u., bez regulatora ciśnienia i automatyki pogodowej;

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

Istniejący budynek przeznaczony do termomodernizacji - Samorządowe Przedszkole – powstał w 1959r.. Jest budynkiem dwukondygnacyjnym, częściowo podpiwniczonym. Obiekt o konstrukcji murowanej z cegły pełnej. Dach płaski o nachyleniu 5 stopni. Maksymalna wysokość budynku wynosi przed termomodernizacją H=8,16m.

Budynek wyposażony jest w instalację centralnego ogrzewania. Budynek wyposażony jest również w instalacje: wody zimnej, kanalizacji sanitarnej, elektryczną oświetleniową, i wentylacji grawitacyjnej.

Przedmiotowy obiekt znajduje się na terenie zabytkowego układu urbanistycznego miasta Chmielnika. Zakres prac przewidzianych do realizacji przy budynku Samorządowego Przedszkola nie

koliduje z warunkami ochrony konserwatorskiej zabytkowego układu urbanistycznego miasta Chmielnika, chronionego przez ujęcie w gminnej ewidencji zabytków.

Budynek przedszkola jest przeznaczony całościowo do termomodernizacji.

5.1 Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku

Ściany piwnic wymurowane z kamienia łamanego o łącznej grubości 51 cm. Zewnętrzne ściany nośne nadziemne wykonane jako warstwowe o łącznej grubości 48 cm składające się od wewnątrz z cegły silikatowej pełnej o grubości 25 cm, pustki powietrznej grubości 5 cm i cegły silikatowej pełnej o grubości 12 cm na zaprawie cementowej. Ścianki wewnętrzne działowe wykonane z cegły pełnej grubości 12 cm. Tynk wewnętrzny cementowo – wapienny. Stropodach nie docieplony przykryty papą.

Budynek jest przeznaczony do termomodernizacji polegającej na dociepleniu ścian zewnętrznych piwnic w gruncie, ponad gruntem, ścian zewnętrznych nadziemia oraz stropodachu. Okna zewnętrzne oraz drzwi zewnętrzne są w stanie technicznym niezadowolającym, wymagają wymiany.

5.2. System grzewczy

Istniejąca instalacja centralnego ogrzewania wykonana jest w układzie tradycyjnym tj. dwururowym systemu z rozdziałem dolnym z rur stalowych i wyposażona w grzejniki żeberkowe żeliwne, stalowe płytowe oraz grzejniki fawiera. Rury rozprowadzające prowadzone są nad podłogą i częściowo pod stropem, a piony po wierzchu ścian i w ścianach zakończone odpowietrznikami automatycznymi. Przy grzejnikach brak zaworów termostatycznych. Stan techniczny instalacji obiektu ocenia się jako dostateczny, przewody o małej drożności z miejscowymi śladami korozji, grzejniki starego typu o stosunkowo małej sprawności, istniejący kocioł na paliwo stałe mocno wyeksploatowany.

5.3. System zaopatrzenia w c.w.u.

Istniejąca instalacja wodociągowa wykonana jest z rur stalowych ocynkowanych, brak jest cyrkulacji wody ciepłej. Brak cyrkulacji wody ciepłej powoduje długi czas oczekiwania na wypływ ciepłej wody z punktów czerpalnych oraz związane z tym duże straty wody. Ciepła woda użytkowa przygotowywana jest poprzez zasobnik o pojemności 200l z grzałką elektryczną. Na etapie projektu nie można dokonać rzetelnej oceny stanu instalacji kanalizacji ze względu na jej prowadzenie podtynkowe w większości przypadków.

Zbiorcze zestawienie oceny stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy zawiera poniższa tabela;

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposoby poprawy
1	2	3
1.	<u>Przegrody zewnętrzne (ściany zewn. piwnic, nadziemia)</u> Przegrody zewnętrzne mają niezgodne z normą, wyższe od minimalnych, wartości współczynnika przenikania ciepła U [W/m^2K];	Wymagana termomodernizacja polegająca na dociepleniu przegród zewnętrznych, zapewniając obecnie wymagany zgodnie z normą opór cieplny;
2.	<u>Stropodach</u> Nie zgodna z normą, wyższa od minimalnego, wartość współczynnika przenikania ciepła U [W/m^2K];	Wymagana termomodernizacja polegająca na dociepleniu, zapewniając obecnie wymagany zgodnie z normą opór cieplny;
3.	<u>Podłoga na gruncie</u> Nie zgodna z normą, wyższa od minimalnego, wartość współczynnika przenikania ciepła U [W/m^2K];	Nie przeznaczona do termomodernizacji;

4.	Okna W niezadowolającym stanie technicznym o niezgodnych z normą, wyższych od minimalnego, wartościach współczynnika przenikania ciepła U [W/m^2K];	Wymagana termomodernizacja polegająca na wymianie na nowe o zgodnym z normą, współczynnika przenikania ciepła U [W/m^2K];
5.	Drzwi zewn. Nieszczelne, w niezadowolającym stanie technicznym o wysokich, niezgodnych z normą współczynnikach przenikania ciepła U [W/m^2K];	Wymagana termomodernizacja polegająca na wymianie na nowe o zgodnym z normą, współczynnika przenikania ciepła U [W/m^2K];
6.	Instalacja ciepłej wody użytkowej System c.w.u. w dostatecznym stanie technicznym. Brak cyrkulacji wody ciepłej co powoduje długi czas oczekiwania na wypływ ciepłej wody z punktów czerpalnych oraz związane z tym duże straty wody;	Wymagana termomodernizacja polegająca na zastosowaniu odnawialnych źródeł energii do przygotowania c. w. u.. W przypadku niesprzyjających warunków atmosferycznych wspomóc zasobnik c.w.u. ciepłem z kondensacyjnego kotła gazowego. Zastosowanie energooszczędnego zasobnika c.w.u.;
7.	System grzewczy System c.o. w dostatecznym stanie technicznym. Przewody o małej drożności z miejscowymi śladami korozji, grzejniki starego typu o stosunkowo małej sprawności, istniejący kocioł na paliwo stałe mocno wyeksploatowany;	Wymagana termomodernizacja polegająca na wymianie rur rozprowadzających i przyłączeniowych oraz wymianie grzejników z montażem przygrzejnikowych zaworów termostatycznych. Wymiana wyeksploatowanego kotła na nowy kocioł gazowy o większej sprawności;
8	System wentylacji Istniejący system wentylacji jest systemem niedostatecznym, brak jest filtracji nawiewanego powietrza, a zimą pojawiają się bardzo duże straty ciepła;	Wymagana termomodernizacja polegająca na zwiększeniu efektywności energetycznej budynku poprzez zastosowanie wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła;

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 ciepła przez przenikanie przez ściany zewnętrzne piwnic, nadziemia;	Ocieplenie widocznych ścian zewnętrznych piwnic w gruncie, ponad gruntem oraz ścian zewnętrznych nadziemia - metoda lekka mokra (styropian, styrodur);
2.	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez stropodach;	Ocieplenie stropodachu styropapą poprzez mocowanie płyt styropianu laminowanego masą klejącą z dodatkowym mocowaniem mechanicznym w strefach brzegowych;
3.	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez okna zewnętrzne;	Wymiana na nowe okna o zgodnym z normą, współczynnika przenikania ciepła U [W/m^2K];
4.	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez drzwi zewnętrzne;	Wymiana na nowe drzwi o zgodnym z normą, współczynnika przenikania ciepła U [W/m^2K];
5.	Podwyższenie sprawności instalacji c.w.u.;	Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej, z której

		energia elektryczna będzie zasilac grzałkę zasobnika c. w. u.. Wspomaganie zasobnika c.w.u. ciepłem z kondensacyjnego kotła gazowego w przypadku dużego i ciągłego zachmurzenia. Zastosowanie cyrkulacji oraz wymiana zasobnika c.w.u. na energooszczędny;
6.	Podwyższenie sprawności instalacji c.o.;	Zastosowanie nowy kotła gazowego o większej sprawności. Wymiana rur rozprawdzających, przyłączeniowych oraz wymiana grzejników i montaż przygrzejnikowych zaworów termostatycznych;
7.	Zmniejszenie strat ciepła poprzez zwiększenie efektywności energetycznej systemu wentylacji;	Zwiększenie efektywności energetycznej budynku poprzez zastosowanie wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła za pomocą rekuperatorów charakteryzujących się max. 95% skutecznością odzysku ciepła;

7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1 Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

Lp.	Rodzaj usprawnień	Sposób realizacji
1	2	3
1.	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego;	<ul style="list-style-type: none"> - ocieplenie ścian zewnętrznych piwnic w gruncie, ponad gruntem, tak aby osiągnąć wymagania WT obowiązujących od 01.01.2017r: $U \leq 0,45 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$; - ocieplenie ścian zewnętrznych nadziemia, tak aby osiągnąć wymagania WT obowiązujących od 01.01.2017r: $U \leq 0,23 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$; - ocieplenie stropodachu budynku, tak aby osiągnąć wymagania WT obowiązujących od 01.01.2017r: $U \leq 0,18 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$; - wymiana stolarki okiennej, tak aby osiągnąć wymagania WT obowiązujących od 01.01.2017r: $U \leq 1,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$; - wymiana drzwi zewn., tak aby osiągnąć wymagania WT obowiązujących od 01.01.2017r: $U \leq 1,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$;
2.	Zmniejszenie strat na podgrzanie c. w. u.;	<ul style="list-style-type: none"> - zastosowanie instalacji fotowoltaicznej, do zasilania grzałki zasobnika c. w. u.. - zastosowanie dodatkowego źródła ciepła w postaci kondensacyjnego kotła gazowego wspomagającego zasobnika c.w.u. w przypadku dużego i ciągłego zachmurzenia. - zastosowanie cyrkulacji zmniejszającej straty ciepła wody; - zastosowanie energooszczędnego zasobnika c.w.u.;

3.	Podwyższenie sprawności instalacji c.o.;	- zastosowanie nowy kotła gazowego o większej sprawności; - wymiana rur rozprzewadzających, przyłączeniowych; - wymiana grzejników i montaż przygrzejnikowych zaworów termostatycznych;
4.	Zmniejszenie strat ciepła poprzez zwiększenie efektywności energetycznej systemu wentylacji;	- zastosowanie wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła za pomocą rekuperatorów o max. 95% skutecznością odzysku ciepła;

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

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

- Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez ściany zewnętrzne nadziemna;
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez ściany zewnętrzne piwnic w gruncie oraz ponad gruntem;
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez stropdach;
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie okna zewnętrzne;
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie drzwi zewnętrzne;
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez wentylację;
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia dotyczącego podwyższenia sprawności instalacji c.o.;
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat na podgrzanie c. w. u.;
- Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie;

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie		W stanie obecnym	Po termomodernizacji	Jednostka
T_{wo}		20	20	[°C]
T_{zo}		-20	-20	[°C]
S_d *	dla przegród zewnętrznych	3982	3982	[dzień·K·a]
	dla stropu nad nieogrzewaną piwnicą	-	-	
O_{0m} , O_{1m}		604,17	645,83	[zł/(MW·m-c)]
O_{0z} , O_{1z}		29,54	48,99	[zł/GJ]
A_{b0} , A_{b1}		0,00	0,00	[zł/m-c]

* liczbę stopniodni przyjęto dla stacji w Kielcach: $S_d = 3982$ – dla ścian zewnętrznych;

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda			
				Ściany zewnętrzne nadziemia			
Dane: powierzchnia do obliczania strat:		$A = 444,20 \text{ [m}^2\text{]}$					
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia		$A_{\text{koszt}} = 550,60 \text{ [m}^2\text{]}$					
Opis wariantów usprawnienia:							
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem styropianu odmiany: wariant 1. EPS70-040 o współczynniku przewodności $\lambda = 0,040 \text{ [W/mK]}$ oraz wariant 2. EPS80-036 o współczynniku przewodności $\lambda = 0,036 \text{ [W/mK]}$:							
Wariant 1.1: o grubości warstwy izolacji $g=0,18 \text{ [m]}$;							
Wariant 1.2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1.1;							
Wariant 2.1: o grubości warstwy izolacji $g=0,18 \text{ [m]}$;							
Wariant 2.2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2.1;							
L.p.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty			
				1.1	1.2	2.1	2.2
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: $g =$	[m]		0,18	0,20	0,18	0,20
2	Zmniejszenie współczynnika przenikania ΔU	[W/m ² K]		1,02	1,04	1,04	1,05
3	Współczynnik przenikania ciepła U	[W/m ² K]	1,21	0,19	0,17	0,17	0,16
4	$Q_{0u}, Q_{1u} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U$ $S_d = 3982$	[GJ/a]	184,31	28,58	26,13	26,13	23,84
5	$q_{0u}, q_{1u} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	[MW]	0,0214	0,0033	0,0030	0,0030	0,0028
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0u} - Q_{1u}) \cdot O_z + 12(q_{0u} - q_{1u}) \cdot O_m$	[zł/a]		4731,51	4805,81	4805,81	4875,46
7	Cena jednostkowa usprawnienia	[zł/m ²]		169,15	181,20	177,17	189,65
8	Koszt realizacji usprawnienia N_u	[zł]		93133,99	99768,72	97549,80	104421,3
9	$SPBT = \frac{N_u}{\Delta O_{ru}}$	[lata]		19,68	20,76	20,30	21,42
10	$U_0, U_1 = U + \Delta U$	[W/m ² K]	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21
Podstawa przyjętych wartości N_u							
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia w [zł/m ²] brutto wg analizy ofert firm dociepleniowych działających na rynku lokalnym. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni przegrody (A_{koszt}). Jako optymalny przyjęto wariant spełniający warunki izolacyjności wynikające z ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów charakteryzujący się najmniejszą wartością SPBT.							
Wybrany wariant: 1.1		Koszt: 93133,99 [zł]			SPBT = 19,68 [lat]		

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie	Przegroda
	Ściany zewnętrzne piwnic

Dane: powierzchnia do obliczania strat: $A = 258,98 \text{ [m}^2\text{]}$
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{koszt}} = 266,17 \text{ [m}^2\text{]}$

Opis wariantów usprawnienia:

Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem styropianu / styroduru EPS120 o współczynniku przewodności $\lambda = 0,035 \text{ [W/mK]}$;

Wariant 1: o grubości warstwy izolacji $g=0,08 \text{ [m]}$;

Wariant 2: o grubości warstwy izolacji $g=0,10 \text{ [m]}$;

Wariant 3: o grubości warstwy izolacji $g=0,12 \text{ [m]}$;

L.p.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: $g =$	[m]		0,08	0,10	0,12
2	Zmniejszenie współczynnika przenikania ΔU	[W/m ² K]		1,97	2,03	2,08
3	Współczynnik przenikania ciepła U	[W/m ² K]	2,34	0,37	0,30	0,26
4	$Q_{0u}, Q_{1u} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U$ $S_d = 3982$	[GJ/a]	115,41	18,16	15,01	12,78
5	$q_{0u}, q_{1u} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	[MW]	0,0194	0,0030	0,0025	0,0021
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0u} - Q_{1u}) \cdot O_z + 12(q_{0u} - q_{1u}) \cdot O_m$	[zł/a]		2990,84	3088,01	3156,33
7	Cena jednostkowa usprawnienia	[zł/m ²]		212,42	224,24	236,18
8	Koszt realizacji usprawnienia N_u	[zł]		56539,83	59685,96	62864,03
9	$SPBT = \frac{N_u}{\Delta O_{ru}}$	[lata]		18,90	19,33	19,92
10	$U_0, U_1 = U + \Delta U$	[W/m ² K]	2,34	2,34	2,34	2,34

Podstawa przyjętych wartości N_u

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia w [zł/m²] brutto wg analizy ofert firm dociepleniowych działających na rynku lokalnym. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni przegrody (A_{koszt}). Jako optymalny przyjęto wariant spełniający warunki izolacyjności wynikające z ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów charakteryzujący się najmniejszą wartością SPBT.

Wybrany wariant: 1	Koszt: 56539,93 [zł]	SPBT = 18,90 [lat]
---------------------------	-----------------------------	---------------------------

7.2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda	
				Stropodach	
Dane: powierzchnia do obliczania strat:				$A = 343,82 \text{ [m}^2\text{]}$	
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				$A_{\text{koszt}} = 433,00 \text{ [m}^2\text{]}$	
Opis wariantów usprawnienia:					
Przewiduje się ocieplenie stropodachu styropapą o współczynniku przewodności $\lambda = 0,038 \text{ [W/mK]}$:					
Wariant 1: o grubości warstwy izolacji $g = 0,20 \text{ [m]}$;					
Wariant 2: o grubości warstwy izolacji $g = 0,22 \text{ [m]}$;					
L.p.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: $g =$	[m]		0,20	0,22
2	Zmniejszenie współczynnika przenikania ΔU	[W/m ² K]		1,48	1,49
3	Współczynnik przenikania ciepła U	[W/m ² K]	1,65	0,17	0,16
4	$Q_{0u}, Q_{1u} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U$ $S_d = 3982$	[GJ/a]	195,18	20,07	18,43
5	$q_{0u}, q_{1u} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	[MW]	0,0227	0,0023	0,0021
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0u} - Q_{1u}) \cdot O_z + 12(q_{0u} - q_{1u}) \cdot O_m$	[zł/a]		5320,17	5370,12
7	Cena jednostkowa usprawnienia	[zł/m ²]		197,54	201,28
8	Koszt realizacji usprawnienia N_u	[zł]		85534,82	87154,24
9	$SPBT = \frac{N_u}{\Delta O_{ru}}$	[lata]		16,08	16,23
10	$U_0, U_1 = U + \Delta U$	[W/m ² K]	1,65	1,65	1,65
Podstawa przyjętych wartości N_u					
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia w [zł/m ²] brutto wg analizy ofert firm dociepleniowych działających na rynku lokalnym. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni przegrody (A_{koszt}). Jako optymalny przyjęto wariant spełniający warunki izolacyjności wynikające z ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów charakteryzujący się najmniejszą wartością SPBT.					
Wybrany wariant: 1		Koszt: 85534,82 [zł]		SPBT = 16,08 [lat]	

7.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien zewnętrznych	Przegroda
	Wymiana okien

Dane: Powierzchnia okien: $A_{OK} = 115,92 \text{ [m}^2\text{]}$
Strumień powietrza went. $V_{nom} = \psi = 2322,42 \text{ [m}^3\text{/h]}$;
 $c_w = 1$
 $S_d = 3982$

Opis wariantów usprawnienia:

Usprawnienie obejmuje wymianę okien istniejących na okna szczelne, o lepszych współczynnikach U;

Wariant 1: okna $U = 1,1 \text{ [W/m}^2\text{K]}$, stolarka szczelna $0,5 < a < 1,0$

Wariant 2: okna $U = 0,9 \text{ [W/m}^2\text{K]}$, stolarka szczelna $0,5 < a < 1,0$

L.p.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynnik przenikania okien U	[W/m ² K]	1,8	1,1	0,9
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	c_r	1,3	1,0	1,0
		c_m	1,5	1,0	1,0
3	$Q_0 = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	[GJ/a]	71,79	43,87	35,89
4	$Q_1 = 2,94 \cdot 10^{-5} \cdot c_r \cdot c_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	[GJ/a]	353,45	271,89	271,89
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	[GJ/a]	425,24	315,76	307,78
6	$q_0 = 10^{-6} \cdot A_{OK} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	[MW]	0,0083	0,0051	0,0042
7	$q_1 = 3,4 \cdot 10^{-7} \cdot c_w \cdot c_m \cdot \psi \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	[MW]	0,0474	0,0316	0,0316
8	$q_0, q_1 = (3) + (4)$	[MW]	0,0557	0,0367	0,0358
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0u} - Q_{1u}) \cdot O_z + 12(q_{0u} - q_{1u}) \cdot O_m$	[zł/a]		3372,17	3614,51
10	Cena jednostkowa wymiany okien	[zł/m ²]		664,20	790,27
10	Koszt wymiany okien N_{OK}	[zł]		76994,10	91608,10
11	Koszt modernizacji wentylacji N_w	[zł]		0,00	0,00
12	$SPBT = \frac{N_{ok} + N_w}{\Delta O_{ru}}$	[lata]		22,83	25,34

Podstawa przyjętych wartości N_u

jednostkowe wymiany okien zewnętrznych w [zł/m²] brutto wg uśrednionych ofert firm na rynku lokalnym. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni przegrody (A_{OK}). Jako optymalny przyjęto wariant spełniający warunki izolacyjności wynikające z ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów charakteryzujący się najmniejszą wartością SPBT.

Wybrany wariant: 1	Koszt: 76994,10 [zł]	SPBT = 22,83 [lat]
---------------------------	-----------------------------	---------------------------

7.2.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi zewnętrznych				Przeграда		
				Wymiana drzwi		
Dane: Powierzchnia drzwi: Strumień powietrza went.				$A_{DZ} = 9,03 \quad [m^2]$ $V_{nom} = \psi = 59,94 \quad [m^3/h];$ $c_w = 1$ $S_d = 3982$		
Opis wariantów usprawnienia:						
Usprawnienie obejmuje wymianę drzwi zewnętrznych istniejących na drzwi zewnętrzne szczelne, o lepszych współczynnikach U;						
Wariant 1: drzwi $U = 1,5 \quad [W/m^2K]$, stolarka szczelna $0,5 < a < 1,0$						
Wariant 2: drzwi $U = 1,3 \quad [W/m^2K]$, stolarka szczelna $0,5 < a < 1,0$						
L.p.	Omówienie		Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
					1	2
1	Współczynnik przenikania drzwi U		[W/m ² K]	2,4	1,5	1,3
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji		c_r	1,3	1,0	1,0
			c_m	1,5	1,0	1,0
3	$Q_0 = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$		[GJ/a]	7,46	4,66	4,04
4	$Q_1 = 2,94 \cdot 10^{-5} \cdot c_r \cdot c_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$		[GJ/a]	9,12	7,02	7,02
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$		[GJ/a]	16,58	11,68	11,06
6	$q_0 = 10^{-6} \cdot A_{OK} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$		[MW]	0,0009	0,0005	0,0005
7	$q_1 = 3,4 \cdot 10^{-7} \cdot c_w \cdot c_m \cdot \psi \cdot (t_{w0} - t_{z0})$		[MW]	0,0012	0,0008	0,0008
8	$q_0, q_1 = (3) + (4)$		[MW]	0,0021	0,0014	0,0013
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0u} - Q_{1u}) \cdot O_z + 12(q_{0u} - q_{1u}) \cdot O_m$		[zł/a]		150,09	168,97
10	Cena jednostkowa wymiany drzwi		[zł/m ²]		1525,20	1670,34
10	Koszt wymiany drzwi	N_{DZ}	[zł]		13772,56	15083,17
11	Koszt modernizacji wentylacji	N_w	[zł]		0,00	0,00
12	$SPBT = \frac{N_{ok} + N_w}{\Delta O_{ru}}$		[lata]		91,76	89,26
Podstawa przyjętych wartości N_u						
jednostkowe wymiany okien zewnętrznych w [zł/m ²] brutto wg uśrednionych ofert firm na rynku lokalnym. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni przegrody (A_{DZ}). Jako optymalny przyjęto wariant spełniający warunki izolacyjności wynikające z ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów charakteryzujący się najmniejszą wartością SPBT.						
Wybrany wariant: 2			Koszt: 15083,17 [zł]		SPBT = 89,26 [lat]	

7.2.6. Ocena opłacalności i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego dotyczącego zmniejszenia zapotrzebowania na energię przez system wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej				System wentylacji
		$q_{0w} =$	32,19	[kW]
		$q_{1w} =$	34,83	[kW]
		$Q_{0w} =$	101,17	[GJ/rok]
		$Q_{1w} =$	23,41	[GJ/rok]
Opis wariantu usprawnienia:				
Usprawnienie obejmuje wykonanie systemu wentylacji mechanicznej nawiewno – wywiewnej z odzyskiem ciepła.				
Ocena proponowanego przedsięwzięcia				
L.P.	Rodzaj usprawnienia	Jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1	Zapotrzebowanie na moc cieplną przed i po wykonaniu wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przez system wentylacji mechanicznej: $q_{0w} = / q_{1w} =$	[kW]	32,19	34,83
2	Zapotrzebowanie na ciepło przed i po wykonaniu wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przez syst. went. mechanicznej: $Q_{0w} = / Q_{1w} =$	[GJ/rok]	101,17	23,41
4	Oszczędność kosztów: $\Delta O_{rw} =$	[zł/a]		2277,95
5	Koszt przedsięwzięcia: $N_{c.o.} =$	[zł]		80125,23
6	$SPBT =$	[lata]		35,17
Podstawa przyjętych wartości $N_{c.o.}$:				
Planowane usprawnienia: Kompleksowe wykonanie instalacji wentylacji mechanicznej nawiewno – wywiewnej z odzyskiem ciepła;			Nakłady:	
			80125,23	

7.2.7. Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego

Dane: $Q_{0co} = 455,85$ [GJ/rok] $w_{t0} = 1,00$ $w_{d0} = 1,00$ $\eta_0 = 0,43$

Przewiduje się następujące usprawnienia poprawiające sprawność systemu grzewczego i dostosowujące instalację do aktualnych wymagań technicznych:

1. Montaż nowego kotła gazowego;
2. Wymiana rur rozprowadzających, przyłączeniowych;
3. Wymiana grzejników i montaż przygrzejnikowych zaworów termostatycznych;

W tabeli poniżej zestawiono zmiany współczynników sprawności związane z wprowadzeniem proponowanych usprawnień:

L.p.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności składowych $\eta =$ oraz współczynników w *)	
		przed termomodernizacją	po termomodernizacji
1.	Wytwarzanie ciepła	$\eta_g = 0,69$	$\eta_g = 0,92$
2.	Przesyłanie ciepła	$\eta_d = 0,80$	$\eta_d = 0,96$
3.	Regulacja systemu ogrzewania	$\eta_e = 0,77$	$\eta_e = 0,93$
4.	Akumulacja ciepła	$\eta_s = 1,00$	$\eta_s = 1,00$
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia – bez przerw, bez zmiany	$w_t = 1,00$	$w_t = 1,00$
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby wprowadzenie podzielników kosztów	$w_d = 1,00$	$w_d = 0,95$
7.	Sprawność całkowita systemu $\eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_e \cdot \eta_s =$	$\eta_0 = 0,43$	$\eta_1 = 0,82$
*) – przyjmuje się z tabel współczynników			

Ocena proponowanego przedsięwzięcia

L.p.	Omówienie	jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1.	Sprawność całkowita systemu grzewczego η_0	-	$\eta_0 = 0,43$	$\eta_1 = 0,82$
2.	Uwzględnienie przerw tygodniowych w_t	-	$w_t = 1,00$	$w_t = 1,00$
3.	Uwzględnienie przerw dobowych i podzielników kosztów w_d	-	$w_d = 1,00$	$w_d = 0,95$
4.	Oszczędność kosztów ΔQ_{rco}	[zł/a]	---	5809,99
5.	Koszt przedsięwzięcia N_{co}	[zł]	---	130313,36
6.	SPBT	[lata]	---	22,43

Przyjęto koszt modernizacji instalacji c.o., wg uśrednionych ofert firm na rynku lokalnym modernizujących instalacje c.o.;

7.2.8. Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat na podgrzanie ciepłej wody użytkowej;

Dane: $Q_{0c.w.u.} = 73,75$ [GJ/rok] $\eta_0 = 0,23$

Przewiduje się następujące usprawnienia prowadzące do zmniejszenia strat na podgrzanie ciepłej wody użytkowej:

1. Montaż instalacji fotowoltaicznej, do zasilania grzałki zasobnika c. w. u..
2. Montaż dodatkowego źródła ciepła w postaci kondensacyjnego kotła gazowego wspomagającego zasobnika c.w.u. w przypadku dużego i ciągłego zachmurzenia.
3. Montaż cyrkulacji zmniejszającej straty ciepła wody;
4. Montaż energooszczędnego zasobnika c.w.u.;

W tabeli poniżej zestawiono zmiany współczynników sprawności związane z wprowadzeniem proponowanych usprawnień:

L.p.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności składowych $\eta =$ oraz współczynników *)		
		przed kocioł	po kocioł	po fotowoltaika
1.	Sprawność wytwarzania	$\eta_g = 0,60$	$\eta_g = 0,65$	$\eta_g = 0,99$
2.	Sprawność przesyłu	$\eta_d = 0,60$	$\eta_d = 0,80$	$\eta_d = 0,80$
3.	Sprawność akumulacji	$\eta_s = 0,65$	$\eta_s = 0,85$	$\eta_s = 0,85$
4.	Współczynnik na przerwy urlopowe	0,90	1,00	1,00
5.	Współczynnik na wodomierze na ciepłej wodzie	0,80	1,00	1,00

*) – przyjmuje się z tabel współczynników

Ocena proponowanego przedsięwzięcia

L.p.	Omówienie	jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji	
				kocioł	fotowoltaika
1.	Sprawność całkowita systemu	-	$\eta_0 = 0,23$	$\eta_1 = 0,44$	$\eta_1 = 0,67$
2.	Liczba użytkowników L_i	-	120	120	
3.	Zapotrzebowanie jednostkowe $V_{c.w.u.}$	[m ³ /d]	0,008	0,008	
4.	Temp. ciepłej wody na zaworze czerpalnym	[°C]	55,0	55,0	
5.	Czas użytkowania t_{uz}	[dni]	365,0	365,0	
6.	Oszczędność kosztów ΔQ_{rcwu}	[zł/a]	---	848,36	
7.	Koszt przedsięwzięcia N_{cwu}	[zł]	---	27783,82	
8.	SPBT	[lata]	---	32,75	

Przyjęto koszt modernizacji instalacji c.w.u., wg uśrednionych ofert firm na rynku lokalnym modernizujących instalacje c.w.u.;

7.2.9. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT

L.p.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót	SPBT [lata]
1	2	3	4
1.	Ocieplenie stropodachu	85534,82	16,08
2.	Ocieplenie ścian zewnętrznych piwnic	56539,83	18,90
3.	Ocieplenie ścian zewnętrznych nadziemia	93133,99	19,68
4.	Modernizacja instalacji c.o.	130313,36	22,43
5.	Wymiana okien zewnętrznych	76994,06	22,83
6.	Modernizacja instalacji c.w.u.	27783,82	32,75
7.	Modernizacja systemu wentylacji	80125,23	35,17
8.	Wymiana drzwi zewnętrznych	15083,17	89,26

Uwagi:

7.3 Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia

Niniejszy rozdział obejmuje:

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

7.3.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

W tabeli poniżej zastosowano następujące skrótowe określenia usprawnień zestawionych w p.7.2.9.

- ściany zewn. piwnic – ocieplenie ścian zewnętrznych piwnic w gruncie oraz ponad gruntem;
- ściany zewn. nadziemia – ocieplenie ścian zewnętrznych nadziemia ;
- stropodach – ocieplenie stropodachu budynku;
- okna zewn. – wymiana okien zewnętrznych w budynku;
- drzwi zewn. – wymiana drzwi zewnętrznych w budynku;
- syst. wentylacji – zwiększenie efektywności energetycznej systemu wentylacji w budynku;
- instalacja c.o. – usprawnienie instalacji centralnego ogrzewania w budynku;
- instalacja c.w.u. – usprawnienie instalacji ciepłej wody użytkowej w budynku;

Do analizy przyjęto następujące warianty usprawnień:

Zakres	Numer wariantu							
	1	2	3	4	5	6	7	8
stropodach	X	X	X	X	X	X	X	X
ściany zewn. piwnic	X	X	X	X	X	X	X	
ściany zewn. nadziemia	X	X	X	X	X	X		
instalacja c.o.	X	X	X	X	X			
okna zewn.	X	X	X	X				
instalacja c.w.u.	X	X	X					
syst. wentylacji	X	X						
drzwi zewn.	X							

7.3.2. Obliczanie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

$$Q_0 = \frac{w_{d0} \cdot Q_{0co}}{\eta_0} + Q_{0cw}$$

$$Q_1 = \frac{w_{d1} \cdot Q_{1co}}{\eta_1} + Q_{1cw}$$

$$q_0 = q_{0co} + q_{0cw}$$

$$q_1 = q_{1co} + q_{1cw}$$

$$O_{0r} = Q_0 \cdot O_z + 12 \cdot q_0 \cdot O_m$$

$$O_{1r} = Q_1 \cdot O_z + 12 \cdot q_1 \cdot O_m$$

$$\Delta O_r = O_{0r} - O_{1r}$$

Nr. wariantu	Q _{0co}	q _{0co}	η ₀ , w _{d0}	Q _{0c.w.}	Q _{0c.w.}	q _{0c.w.}	q _{0c.w.}	Q ₀	q ₀	O _{0r}	ΔO _r	N
	Q _{1co}	q _{1co}	η ₁ , w _{d1}	Q _{1c.w.kocioł}	Q _{1c.w.fotowolt.}	q _{1c.w.kocioł}	q _{1c.w.fotowolt.}	Q ₁	q ₁	O _{1r}		
	[GJ/a]	[kW]	---	[GJ/a]	[GJ/a]	[kW]	[kW]	[GJ/a]	[kW]	[zł]		
1	2	3	4	5	5	6	6	7	8	9	10	11
stan istn.	455,85	84,18	η ₀ = 0,43 w _{d0} = 1,00	73,75	---	11,94	---	1146,24	96,12	34556,66	---	---
1	78,24	45,64	η ₁ = 0,82 w _{d1} = 0,95	27,92	12,22	6,32	4,15	130,63	56,11	6203,49	28353,18	565508,29
2	79,95	45,92	η ₁ = 0,82 w _{d1} = 0,95	27,92	12,22	6,32	4,15	132,60	56,38	6302,44	28254,23	550425,12
3	153,25	45,92	η ₁ = 0,82 w _{d1} = 0,95	27,92	12,22	6,32	4,15	217,39	56,38	10456,02	24100,64	470299,89
4	153,25	45,92	η ₁ = 0,82 w _{d1} = 0,95	73,75	---	11,94	---	251,00	57,85	11304,38	23252,29	442516,07
5	177,54	49,00	η ₁ = 0,82 w _{d1} = 0,95	73,75	---	11,94	---	279,09	60,94	12704,43	21852,23	365522,00
6	177,54	49,00	η ₀ = 0,43 w _{d0} = 1,00	73,75	---	11,94	---	491,45	60,94	14959,12	19597,54	235208,64
7	286,66	62,76	η ₀ = 0,43 w _{d0} = 1,00	73,75	---	11,94	---	748,18	74,70	22642,76	11913,90	142074,65
8	302,21	64,12	η ₀ = 0,43 w _{d0} = 1,00	73,75	---	11,94	---	784,76	76,06	23733,34	10823,32	85534,82

7.3.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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 %]	Premia termomodernizacyjna		
						20% kredytu [zł]	16% kosztów całkowitych [zł]	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii [zł]
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	1	565508,29	28353,18	88,60 [%]	565508,29 – 100,0%	113101,66	90481,33	56706,35
2.	2	550425,12	28254,23	88,43 [%]	550425,12 – 100,0%	110085,02	88068,02	56508,45
3.	3	470299,89	24100,64	81,03 [%]	470299,89 – 100,0%	94059,98	75247,98	48201,29
4.	4	442516,07	23252,29	78,10 [%]	442516,07 – 100,0%	88503,21	70802,57	46504,57
5.	5	365522,00	21852,23	75,65 [%]	365522,00 – 100,0%	73104,40	58483,52	43704,46
6.	6	235208,64	19597,54	57,13 [%]	235208,64 – 100,0%	47041,73	37633,38	39195,09
7.	7	142074,65	11913,90	34,73 [%]	142074,65 – 100,0%	28414,93	22731,94	23827,79
8.	8	85534,82	10823,32	31,54 [%]	85534,82 – 100,0%	17106,96	13685,57	21646,64

Wariantem optymalnym jest pierwszy z kolejnych wariantów spełniający art.3 pkt. 1 ustawy, a wysokość premii termomodernizacyjnej wyznacza się jako minimum z wartości w kolumnach 7, 8 i 9

7.3.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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

- stropodach – ocieplenie stropodachu budynku;
- ściany zewn. piwnic – ocieplenie ścian zewnętrznych piwnic w gruncie oraz ponad gruntem;
- ściany zewn. nadziemia – ocieplenie ścian zewnętrznych nadziemia ;
- instalacja c.o. – usprawnienie instalacji centralnego ogrzewania w budynku;
- okna zewn. – wymiana okien zewnętrznych w budynku;
- instalacja c.w.u. – usprawnienie instalacji ciepłej wody użytkowej w budynku;
- syst. wentylacji – zwiększenie efektywności energetycznej systemu wentylacji w budynku;
- drzwi zewn. – wymiana drzwi zewnętrznych w budynku;

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe przewidziane dla uzyskania premii termomodernizacyjnej:

1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie 88,60%, czyli powyżej 25%/a, a także powyżej 30%/a wymaganych dla programów NFOŚiGW;
2. planowany kredyt, nie przekracza wartości możliwej do zaciągnięcia przez Inwestora;
3. środki własne Inwestora wyniosą 0,00[zł], co spełnia oczekiwania Inwestora;

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 stropodachu budynku styropapą o gr.20 [cm] i współczynnika przewodności $\lambda = 0,038$ [W/mK]. Do wykonania 433,00 [m²] ocieplenia na sumę 85534,82 [zł];
2. Ocieplenie ścian zewnętrznych piwnic styropianem /styrodurem EPS120 o gr.8 [cm] i współczynnika przewodności $\lambda = 0,035$ [W/mK]. Do wykonania 266,17 [m²] ocieplenia na sumę 56539,83 [zł];
3. Ocieplenie ścian zewnętrznych nadziemna styropianem EPS 70-040 o gr.18 [cm] i współczynnika przewodności $\lambda = 0,040$ [W/mK]. Do wykonania 550,60 [m²] ocieplenia na sumę 93133,99 [zł];
4. Modernizację instalacji c.o. obejmująca montaż nowego kotła gazowego, wymianę rur rozprowadzających, przyłączeniowych oraz wymianę grzejników i montaż przygrzejnikowych zaworów termostatycznych. Koszt robót 130313,36 [zł];
5. Wymianę okien zewnętrznych. Koszt robót 76994,10 [zł];
6. Modernizację instalacji c.w.u. obejmującą: montaż instalacji fotowoltaicznej, do zasilania grzałki zasobnika c. w. u., montaż dodatkowego źródła ciepła w postaci kondensacyjnego kotła gazowego wspomagającego zasobnika c.w.u. w przypadku dużego i ciągłego zachmurzenia, montaż cyrkulacji zmniejszającej straty ciepła wody, montaż energooszczędnego zasobnika c.w.u.; Koszt robót 27783,82 [zł];
7. Wykonanie systemu wentylacji mechanicznej nawiewno – wywiewnej z odzyskiem ciepła. Koszt robót 80125,23 [zł];
8. Wymianę drzwi zewnętrznych. Koszt robót 15083,17 [zł];

8.2. Charakterystyka finansowa

Kalkulowany koszt robót wyniesie:	- 565508,29	[zł]
Udział środków własnych inwestora:	- 0,00	[zł]
Kredyt bankowy:	- 565508,29	[zł]
Przewidywana premia termomodernizacyjna:	- 56706,35	[zł]
Czas zwrotu nakładów SPBT:	- 19,95	[lat]

8.1. Dalsze działania

Dalsze działania inwestora obejmują:

1. Złożenie wniosku o dofinansowanie i podpisanie stosownej umowy;
2. Zawarcie umów z wykonawcami projektów i robót;
3. Złożenie wniosku o pozwolenie na budowę/ zgłoszenie budowy
4. Realizacja robót i odbiór techniczny;
5. Wystąpienie o premię termomodernizacyjną lub o środki z innych źródeł;
6. Zmiana umowy z dostawcą ciepła z związku ze zmniejszonym zapotrzebowaniem ciepła i mocy;
7. Ocena rezultatów przedsięwzięcia (po pierwszym sezonie grzewczym);

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

Załącznik 1	Obliczenie współczynników przenikania przegród
Załącznik 2	Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego
Załącznik 3	Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania c.w.u
Załącznik 4	Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie
Załącznik 5	Wydruk komputerowy z programu „Arcadia-Termo” dla stanu istniejącego i stanu po termomodernizacji (wariant 1)
Załącznik 6	Obliczenie liczby stopniodni
Załącznik 7	Tabela bezpośredniego efektu ekologicznego
Załącznik 8	Zużycie energii użytkowej, końcowej i pierwotnej dla stanu istniejącego i stanu po termomodernizacji (wariant 1)
Załącznik 9	Audyt oświetlenia wewnątrz budynku

Załącznik nr 1

Obliczenie współczynników przenikania przegród przed termomodernizacją:

Właściwości przegrody

Typ: Ściana zewnętrzna
 Nazwa: SZ 1 - 48cm nadziemia
 Symbol: SZ 1 - 48cm nadziemia
 Sposób obliczeń: Zdefiniowane warstwy

Opory cieplne: $R_{se} = 0,04 \frac{m^2K}{W}$ $R_{si} = 0,13 \frac{m^2K}{W}$

Współczynnik akumulacji: $\Delta z_1 = 0 \text{ h}$

Mostek cieplny przegrody: $\Sigma \psi_{kk} = 0 \frac{W}{K}$

Poprawki do współ. przenikania Uc: Wg normy: PN-EN ISO 6946 $\Delta U_0 = 0 \frac{W}{m^2K}$

Warstwy przegrody

Lp.	Materiał	d [m]	λ [W/m·K]	R [m ² ·K/W]
Strona zewnętrzna				
1	Tynk akrylowy Ceresit CT 60 - ziarno 2,5 mm	0,025	1,000	0,025
2	Cegła pełna silikatowa	0,120	0,900	0,133
3	Niewentylowane warstwy powietrza	0,050		0,180
4	Cegła pełna silikatowa	0,250	0,900	0,278
5	Tynk cementowo-wapienny	0,035	0,820	0,043
Strona wewnętrzna				

Wyniki obliczeń

Grubość: $d = 0,48 \text{ m}$

Całkowity opór: $R_T = 0,83 \frac{m^2K}{W}$

Całkowity współczynnik przenikania: $U_C = 1,21 \frac{W}{m^2K}$

Właściwości przegrody

Typ: Ściana zewnętrzna
 Nazwa: SZ 2 - 52cm piwnic
 Symbol: SZ 2 - 52cm piwnic
 Sposób obliczeń: Zdefiniowane warstwy

Opory cieplne: $R_{se} = 0,04 \frac{m^2K}{W}$ $R_{si} = 0,13 \frac{m^2K}{W}$

Współczynnik akumulacji: $\Delta z_1 = 0 \text{ h}$

Mostek cieplny przegrody: $\Sigma \psi_{kk} = 0 \frac{W}{K}$

Poprawki do współ. przenikania Uc: Wg normy: PN-EN ISO 6946 $\Delta U_0 = 0 \frac{W}{m^2K}$

Warstwy przegrody

Lp.	Materiał	d [m]	λ [W/m·K]	R [m ² ·K/W]
Strona zewnętrzna				
1	Tynk akrylowy Ceresit CT 60 - ziarno 2,5 mm	0,035	1,000	0,035
2	Mur z kamienia łamanego z zawartością zaprawy 35% objętościowo przy gęstości kamienia 2800	0,450	2,500	0,180
3	Tynk cementowo-wapienny	0,035	0,820	0,043
Strona wewnętrzna				

Wyniki obliczeń

Grubość: $d = 0,52 \text{ m}$

Całkowity opór: $R_T = 0,43 \frac{m^2K}{W}$

Całkowity współczynnik przenikania: $U_C = 2,34 \frac{W}{m^2K}$

Właściwości przegrody

Typ: Strop zewnętrzny
 Nazwa: Stropodach
 Symbol: STZ 1
 Sposób obliczeń: Zdefiniowane warstwy

Opory cieplne: $R_{se} = 0,04 \frac{m^2K}{W}$ $R_{si} = 0,10 \frac{m^2K}{W}$

Współczynnik akumulacji: $\Delta z_1 = 0 \text{ h}$

Mostek cieplny przegrody: $\Sigma \psi_{kk} = 0 \frac{W}{K}$

Poprawki do współ. przenikania Uc: Wg normy: PN-EN ISO 6946 $\Delta U_0 = 0 \frac{W}{m^2K}$

Warstwy przegrody

Lp.	Materiał	d [m]	λ [W/m·K]	R [m ² ·K/W]
Strona zewnętrzna				
1	Papa podwójnie posypana żwirkiem	0,008	0,180	0,044
2	Żelbet 2500	0,100	1,700	0,059
3	Niewentylowane warstwy powietrza	0,650		0,160
4	Papa pojedynczo posypana żwirkiem	0,004	0,180	0,022
5	Wylewka cementowa	0,050	1,100	0,045
6	Folia polietylenowa	0,004	0,200	0,020
7	Żelbet 2500	0,150	1,800	0,083
8	Tynk cementowo-wapienny	0,030	0,900	0,033
Strona wewnętrzna				

Wyniki obliczeń

Grubość: $d = 1,00 \text{ m}$

Całkowity opór: $R_T = 0,61 \frac{m^2K}{W}$

Całkowity współczynnik przenikania: $U_C = 1,65 \frac{W}{m^2K}$

Właściwości przegrody

Typ: **Podłoga na gruncie**

Nazwa: **PG 1**

Symbol: **PG 1**

Sposób obliczeń: **Zdefiniowane warstwy**

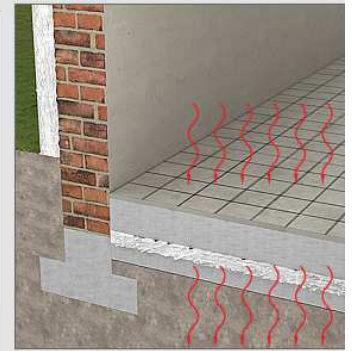
Opory cieplne
 $R_{se} = 0,04 \frac{m^2K}{W}$ $R_{si} = 0,17 \frac{m^2K}{W}$

Współczynnik akumulacji
 $\Delta z_1 = 0 \text{ h}$

Mostek cieplny przegrody
 $\Sigma \psi_{k,l} = 0 \frac{W}{K}$

Poprawki do współ. przenikania U_c
 Wg normy: **PN-EN ISO 6946**
 $\Delta U_0 = 0 \frac{W}{m^2K}$

Warstwy przegrody		Dodatkowe parametry		
Lp.	Materiał	d [m]	λ [W/m·K]	R [m ² K/W]
Strona zewnętrzna				
1	Piasek średni	0,200	0,400	0,500
2	Beton zwykły z kruszywa kamiennego 1900	0,100	1,100	0,091
3	Papa asfaltowa izolacyjna gr. 4 mm	0,008	0,180	0,044
4	Folia polietylenowa	0,004	0,200	0,020
5	Wylewka cementowa	0,050	1,100	0,045
Strona wewnętrzna				



Wyniki obliczeń

Grubość: $d = 0,36 \text{ m}$

Całkowity opór: $R_T = 0,91 \frac{m^2K}{W}$

Całkowity współczynnik przenikania: $U_C = 1,10 \frac{W}{m^2K}$

Typ: **Strop wewnętrzny**

Nazwa: **STW 1 - nad piwnicą**

Symbol: **STW 1 - nad piwnicą**

Sposób obliczeń: **Zdefiniowane warstwy**

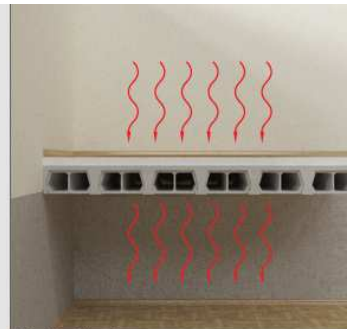
Opory cieplne
 $R_{se} = 0,04 \frac{m^2K}{W}$ $R_{si} = 0,17 \frac{m^2K}{W}$

Współczynnik akumulacji
 $\Delta z_1 = 0 \text{ h}$

Mostek cieplny przegrody
 $\Sigma \psi_{k,l} = 0 \frac{W}{K}$

Poprawki do współ. przenikania U_c
 Wg normy: **PN-EN ISO 6946**
 $\Delta U_0 = 0 \frac{W}{m^2K}$

Warstwy przegrody		Dodatkowe parametry		
Lp.	Materiał	d [m]	λ [W/m·K]	R [m ² K/W]
Strona wewnętrzna				
1	Parkiet	0,025	0,200	0,125
2	Wylewka cementowa	0,050	1,100	0,045
3	Folia polietylenowa	0,004	0,200	0,020
4	Żelbet 2500	0,150	1,800	0,083
5	Tynk cementowo-wapienny	0,030	0,900	0,033
Strona wewnętrzna				



Wyniki obliczeń

Grubość: $d = 0,26 \text{ m}$

Całkowity opór: $R_T = 0,52 \frac{m^2K}{W}$

Całkowity współczynnik przenikania: $U_C = 1,93 \frac{W}{m^2K}$

Właściwości przegrody

Typ: **Strop wewnętrzny**

Nazwa: **STW 2 - nad parterem**

Symbol: **STW 2 - nad parterem**

Sposób obliczeń: **Zdefiniowane warstwy**

Opory cieplne
 $R_{se} = 0,04 \frac{m^2K}{W}$ $R_{si} = 0,10 \frac{m^2K}{W}$

Współczynnik akumulacji
 $\Delta z_1 = 0 \text{ h}$

Mostek cieplny przegrody
 $\Sigma \psi_{k,l} = 0 \frac{W}{K}$

Poprawki do współ. przenikania U_c
 Wg normy: **PN-EN ISO 6946**
 $\Delta U_0 = 0 \frac{W}{m^2K}$

Warstwy przegrody		Dodatkowe parametry		
Lp.	Materiał	d [m]	λ [W/m·K]	R [m ² K/W]
Strona wewnętrzna				
1	Parkiet	0,025	0,200	0,125
2	Wylewka cementowa	0,050	1,100	0,045
3	Folia polietylenowa	0,004	0,200	0,020
4	Żelbet 2500	0,150	1,800	0,083
5	Tynk cementowo-wapienny	0,030	0,900	0,033
Strona wewnętrzna				



Wyniki obliczeń

Grubość: $d = 0,26 \text{ m}$

Całkowity opór: $R_T = 0,45 \frac{m^2K}{W}$

Całkowity współczynnik przenikania: $U_C = 2,24 \frac{W}{m^2K}$

Obliczenie współczynników przenikania przegród po termomodernizacji:

Właściwości przegrody

Typ: **Ściana zewnętrzna**

Nazwa: **SZ 1 - 48cm nadziemia**

Symbol: **SZ 1 - 48cm nadziemia**

Sposób obliczeń: **Zdefiniowane warstwy**

Opory cieplne
 $R_{se} = 0,04 \frac{m^2K}{W}$ $R_{si} = 0,13 \frac{m^2K}{W}$

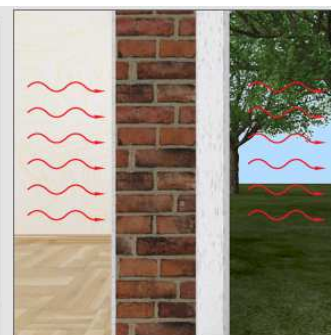
Współczynnik akumulacji
 $\Delta z_1 = 0 \text{ h}$

Mostek cieplny przegrody
 $\sum \psi_{k,k} = 0 \frac{W}{K}$

Poprawki do współ. przenikania U_c
 Wg normy: **PN-EN ISO 6946**
 $\Delta U_0 = 0 \frac{W}{m^2K}$

Warstwy przegrody

Lp.	Materiał	d [m]	λ [W/m·K]	R [m ² K/W]
Strona zewnętrzna				
1	Tynk akrylowy Ceresit CT 60 - ziarno 2,5 mm	0,025	1,000	0,025
2	Płyta styropianowa EPS 70-040 FASADA	0,180	0,040	4,500
3	Cegła pełna silikatowa	0,120	0,900	0,133
4	Niewentylowane warstwy powietrza	0,050		0,180
5	Cegła pełna silikatowa	0,250	0,900	0,278
6	Tynk cementowo-wapienny	0,035	0,820	0,043
Strona wewnętrzna				



Wyniki obliczeń

Grubość: $d = 0,66 \text{ m}$

Całkowity opór: $R_T = 5,33 \frac{m^2K}{W}$

Całkowity współczynnik przenikania: $U_C = 0,19 \frac{W}{m^2K}$

Właściwości przegrody

Typ: **Ściana zewnętrzna**

Nazwa: **SZ 2 - 52cm piwnic**

Symbol: **SZ 2 - 52cm piwnic**

Sposób obliczeń: **Zdefiniowane warstwy**

Opory cieplne
 $R_{se} = 0,04 \frac{m^2K}{W}$ $R_{si} = 0,13 \frac{m^2K}{W}$

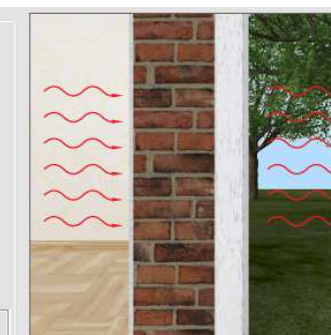
Współczynnik akumulacji
 $\Delta z_1 = 0 \text{ h}$

Mostek cieplny przegrody
 $\sum \psi_{k,k} = 0 \frac{W}{K}$

Poprawki do współ. przenikania U_c
 Wg normy: **PN-EN ISO 6946**
 $\Delta U_0 = 0 \frac{W}{m^2K}$

Warstwy przegrody

Lp.	Materiał	d [m]	λ [W/m·K]	R [m ² K/W]
Strona zewnętrzna				
1	Tynk akrylowy Ceresit CT 60 - ziarno 2,5 mm	0,035	1,000	0,035
2	Płyta styropianowa EPS 120 GOLD Fundament	0,080	0,035	2,286
3	Mur z kamienia łamanego z zawartością zaprawy 35% objętościowo przy gęstości kamienia 2800	0,450	2,500	0,180
4	Tynk cementowo-wapienny	0,035	0,820	0,043
Strona wewnętrzna				



Wyniki obliczeń

Grubość: $d = 0,60 \text{ m}$

Całkowity opór: $R_T = 2,71 \frac{m^2K}{W}$

Całkowity współczynnik przenikania: $U_C = 0,37 \frac{W}{m^2K}$

Właściwości przegrody

Typ: **Strop zewnętrzny**

Nazwa: **Stropodach**

Symbol: **STZ 1**

Sposób obliczeń: **Zdefiniowane warstwy**

Opory cieplne
 $R_{se} = 0,04 \frac{m^2K}{W}$ $R_{si} = 0,10 \frac{m^2K}{W}$

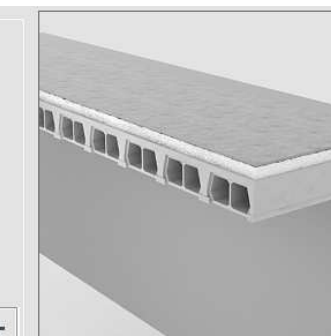
Współczynnik akumulacji
 $\Delta z_1 = 0 \text{ h}$

Mostek cieplny przegrody
 $\sum \psi_{k,k} = 0 \frac{W}{K}$

Poprawki do współ. przenikania U_c
 Wg normy: **PN-EN ISO 6946**
 $\Delta U_0 = 0 \frac{W}{m^2K}$

Warstwy przegrody

Lp.	Materiał	d [m]	λ [W/m·K]	R [m ² K/W]
Strona zewnętrzna				
1	Papa asfaltowa izolacyjna gr. 4 mm	0,004	0,180	0,022
2	Płyta warstwowa z okładzinami z papy EPS 100-038 DACH	0,200	0,038	5,263
3	Papa podwójnie posypana żwirkiem	0,008	0,180	0,044
4	Żelbet 2500	0,100	1,700	0,059
5	Niewentylowane warstwy powietrza	0,650		0,160
6	Papa pojedynczo posypana żwirkiem	0,004	0,180	0,022
7	Wylewka cementowa	0,050	1,100	0,045
8	Folia polietylenowa	0,004	0,200	0,020
9	Żelbet 2500	0,150	1,800	0,083
10	Tynk cementowo-wapienny	0,030	0,900	0,033



Wyniki obliczeń

Grubość: $d = 1,20 \text{ m}$

Całkowity opór: $R_T = 5,89 \frac{m^2K}{W}$

Całkowity współczynnik przenikania: $U_C = 0,17 \frac{W}{m^2K}$

Załącznik nr 2

Zestawienie obliczeniowych strumieni powietrza

Zestawienie obliczeniowych strumieni powietrza dla Strefa O3

Rodzaj budynku:					Oświata							
Wentylacja grawitacyjna												
Nazwa pomieszczenia/strefy	A _f	V	β	V _{ve.1}	b _{ve.1}	V _{ve.2}	b _{ve.2}	V _{ve.3}	b _{ve.3}	V _{ve.4}	b _{ve.4}	H _{ve}
	m ²	m ³	-	m ³ /h	-	m ³ /h	-	m ³ /h	-	m ³ /h	-	W/K
1/1 Korytarz + Klatka schodowa	6,10	13,42	0,20	12,30	0,20	4,03	0,20	2,46	0,80	4,03	0,80	2,82
1/2 Magazyn ziemniaków	6,00	13,20	0,20	12,10	0,20	3,96	0,20	2,42	0,80	3,96	0,80	2,77
1/3 Obieralnia brudna	12,90	28,38	0,20	26,01	0,20	8,51	0,20	5,20	0,80	8,51	0,80	5,96
1/4 Korytarz	11,20	24,64	0,20	22,58	0,20	7,39	0,20	4,52	0,80	7,39	0,80	5,17
1/5 Korytarz	7,80	17,16	0,20	15,72	0,20	5,15	0,20	3,14	0,80	5,15	0,80	3,60
1/6 Pom. techniczne	16,00	35,20	0,20	32,26	0,20	10,56	0,20	6,45	0,80	10,56	0,80	7,39
1/7 Pom. techniczne	7,30	16,06	0,20	14,72	0,20	4,82	0,20	2,94	0,80	4,82	0,80	3,37
1/8 Pom. techniczne	7,90	17,38	0,20	15,93	0,20	5,21	0,20	3,19	0,80	5,21	0,80	3,65
1/9 Kotłownia	14,90	39,49	0,20	30,04	0,20	11,85	0,20	6,01	0,80	11,85	0,80	7,55
1/10 Magazyn / Skład opału	36,40	80,08	0,30	73,38	0,30	24,02	0,30	14,68	0,70	24,02	0,70	18,77

Zestawienie obliczeniowych strumieni powietrza dla Strefa O2

Rodzaj budynku:					Oświata							
Wentylacja mechaniczna nawiewno-wywiewna działająca okresowo												
Skuteczność odzysku ciepła z powietrza wywiewanego $\eta_{oc1,n}$											90,00	-
Skuteczność gruntowego wymiennika ciepła $\eta_{GWC,n}$											0,00	-
Łączna miesięczna skuteczność odzysku ciepła $\eta_{oc,n}=[1-(1-\eta_{oc1,n})\cdot(1-\eta_{GWC,n})]$											0,90	-
Nazwa pomieszczenia/strefy	A _f	V	β	V _{ve.1}	b _{ve.1}	V _{ve.2}	b _{ve.2}	V _{ve.3}	b _{ve.3}	V _{ve.4}	b _{ve.4}	H _{ve}
	m ²	m ³	-	m ³ /h	-	m ³ /h	-	m ³ /h	-	m ³ /h	-	W/K
2/1 Wiatrołap	9,30	25,11	0,20	18,83	0,02	0,38	0,20	0,00	0,80	1,88	0,80	0,65
2/5 Wyparzalnia jaj	1,80	4,86	0,20	3,65	0,02	0,07	0,20	0,00	0,80	0,36	0,80	0,13
2/6 Korytarz+ Klatka schodowa	11,20	30,24	0,20	22,68	0,02	0,45	0,20	0,00	0,80	2,27	0,80	0,79
2/10 Schowek	4,10	11,07	0,20	8,30	0,02	0,17	0,20	0,00	0,80	0,83	0,80	0,29
2/13 Schowek	3,60	9,72	0,20	7,29	0,02	0,15	0,20	0,00	0,80	0,73	0,80	0,25
2/18 Wiatrołap	1,70	4,59	0,20	3,44	0,02	0,07	0,20	0,00	0,80	0,34	0,80	0,12
2/21 Pom. techniczne	4,10	11,07	0,20	8,30	0,02	0,17	0,20	0,00	0,80	0,83	0,80	0,29
3/9 Klatka schodowa	11,20	30,24	0,20	22,68	0,02	0,45	0,20	0,00	0,80	2,27	0,80	0,79
3/13 Schowek	4,10	11,07	0,20	8,30	0,02	0,17	0,20	0,00	0,80	0,83	0,80	0,29
3/16 Schowek	3,60	9,72	0,20	7,29	0,02	0,15	0,20	0,00	0,80	0,73	0,80	0,25

3/20 Pom. gospodarcze	1,32	3,56	0,20	2,67	0,02	0,05	0,20	0,00	0,80	0,27	0,80	0,09
-----------------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Zestawienie obliczeniowych strumieni powietrza dla Strefa O1												
Rodzaj budynku:					Oświata							
Wentylacja mechaniczna nawiewno-wywiewna działająca okresowo												
Skuteczność odzysku ciepła z powietrza wywiewanego $\eta_{oc1,n}$											90,00	-
Skuteczność gruntowego wymiennika ciepła $\eta_{GWC,n}$											0,00	-
Łączna miesięczna skuteczność odzysku ciepła $\eta_{oc,n}=[1-(1-\eta_{oc1,n})\cdot(1-\eta_{GWC,n})]$											0,90	-
Nazwa pomieszczenia/strefy	A_f	V	β	$V_{ve,1}$	$b_{ve,1}$	$V_{ve,2}$	$b_{ve,2}$	$V_{ve,3}$	$b_{ve,3}$	$V_{ve,4}$	$b_{ve,4}$	H_{ve}
	m^2	m^3	-	m^3/h	-	m^3/h	-	m^3/h	-	m^3/h	-	W/K
2/4 Gabinet Dyrektora	17,84	48,17	0,20	36,13	0,02	0,72	0,20	0,00	0,80	3,61	0,80	1,25
2/7 Łazienka	5,90	15,93	0,20	11,95	0,02	0,24	0,20	0,00	0,80	1,19	0,80	0,41
2/8 WC	1,40	3,78	0,20	2,84	0,02	0,06	0,20	0,00	0,80	0,28	0,80	0,10
2/9 WC	1,40	3,78	0,20	2,84	0,02	0,06	0,20	0,00	0,80	0,28	0,80	0,10
2/11 Sala lekcyjna	60,30	162,8 ₁	0,20	122,1 ₁	0,02	2,44	0,20	0,00	0,80	12,21	0,80	4,23
2/12 Sala lekcyjna	62,40	168,4 ₈	0,20	126,3 ₆	0,02	2,53	0,20	0,00	0,80	12,64	0,80	4,38
2/14 WC	1,40	3,78	0,20	2,84	0,02	0,06	0,20	0,00	0,80	0,28	0,80	0,10
2/15 WC	1,40	3,78	0,20	2,84	0,02	0,06	0,20	0,00	0,80	0,28	0,80	0,10
2/16 Łazienka	4,90	13,23	0,20	9,92	0,02	0,20	0,20	0,00	0,80	0,99	0,80	0,34
2/17 WC	1,10	2,97	0,20	2,23	0,02	0,04	0,20	0,00	0,80	0,22	0,80	0,08
2/22 Korytarz	55,10	148,7 ₇	0,20	111,5 ₈	0,02	2,23	0,20	0,00	0,80	11,16	0,80	3,87
2/20 Biuro	9,60	25,92	0,20	19,44	0,02	0,39	0,20	0,00	0,80	1,94	0,80	0,67
3/1 Klatka schodowa	11,50	31,05	0,20	23,29	0,02	0,47	0,20	0,00	0,80	2,33	0,80	0,81
3/2 Przebieralnia	9,70	26,19	0,20	19,64	0,02	0,39	0,20	0,00	0,80	1,96	0,80	0,68
3/3 Korytarz	58,60	158,2 ₂	0,20	118,6 ₇	0,02	2,37	0,20	0,00	0,80	11,87	0,80	4,11
3/6 Pom. socjalne	4,06	10,96	0,20	8,22	0,02	0,16	0,20	0,00	0,80	0,82	0,80	0,29
3/7 Zmywalnia	8,30	22,41	0,20	16,81	0,02	0,34	0,20	0,00	0,80	1,68	0,80	0,58
3/8 Kuchnia	22,20	59,94	0,20	44,96	0,02	0,90	0,20	0,00	0,80	4,50	0,80	1,56
3/10 Łazienka	5,80	15,66	0,20	11,75	0,02	0,23	0,20	0,00	0,80	1,17	0,80	0,41
3/11 WC	1,40	3,78	0,20	2,84	0,02	0,06	0,20	0,00	0,80	0,28	0,80	0,10
3/12 WC	1,40	3,78	0,20	2,84	0,02	0,06	0,20	0,00	0,80	0,28	0,80	0,10
3/14 Sala lekcyjna	60,60	163,6 ₂	0,20	122,7 ₂	0,02	2,45	0,20	0,00	0,80	12,27	0,80	4,25
3/15 Sala lekcyjna	62,40	168,4 ₈	0,20	126,3 ₆	0,02	2,53	0,20	0,00	0,80	12,64	0,80	4,38
3/17 WC	1,40	3,78	0,20	2,84	0,02	0,06	0,20	0,00	0,80	0,28	0,80	0,10
3/18 WC	1,40	3,78	0,20	2,84	0,02	0,06	0,20	0,00	0,80	0,28	0,80	0,10
3/19 Łazienka	4,90	13,23	0,20	9,92	0,02	0,20	0,20	0,00	0,80	0,99	0,80	0,34

2/19 Klatka schodowa	13,12	35,42	0,20	26,57	0,02	0,53	0,20	0,00	0,80	2,66	0,80	0,92
2/2 Łazienka	2,04	5,51	0,20	4,13	0,02	0,08	0,20	0,00	0,80	0,41	0,80	0,14
2/3 WC	1,10	2,97	0,20	2,23	0,02	0,04	0,20	0,00	0,80	0,22	0,80	0,08
3/4 WC	2,02	5,45	0,20	4,09	0,02	0,08	0,20	0,00	0,80	0,41	0,80	0,14
3/5 Łazienka	2,02	5,45	0,20	4,09	0,02	0,08	0,20	0,00	0,80	0,41	0,80	0,14

Ogółem strumień powietrza wentylacyjnego $V_{\min} = \psi =$	2708,1 [m ³ /h]
--	----------------------------

Załącznik nr 3

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

Obliczenie rocznego zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej w stanie istniejącym wg metodologii obliczania charakt. energet. budynku z dnia 3 czerwca 2014				
1	Temperatura wody ciepłej	$\theta_{CW} =$	55	[°C]
2	Temperatura wody zimnej	$\theta_0 =$	10	[°C]
3	Wsp. korekcyjny ze wzg. na przerwy w użyt. c.w.u.	$k_R =$	0,55	-
4	Gęstość wody	$\rho_w =$	1	[kg/dm ³]
5	Ciepło właściwe wody	$c_w =$	4,19	[kJ/kg*deg]
6	Pow. pomieszczeń o reg. temp.	$A_f =$	569,90	[m ²]
7	Czas użytkowania / liczba dni w roku	$t_R =$	365	[dni]
8	Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c. w. u.	$V_{wi} =$	0,8	[dm ³ /(m ² *doba)]
9	Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd} = V_{wi} * A_f * c_w * \rho_w * (\theta_{cw} - \theta_0) * k_R * t_R / 3600$	$Q_{w,nd} =$	4793,67	[kWh/rok]
10	Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,W} = Q_{w,nd} / \eta_{w,tot} * 0,0036$	$Q_{K,W} =$	73,75	[GJ/rok]
Obliczenie zapotrzebowania moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej w stanie istniejącym				
1	Temperatura wody ciepłej	$\theta_{CW} =$	55	[°C]
2	Temperatura wody zimnej	$\theta_0 =$	10	[°C]
3	Wsp. korekcyjny temp.	$k_t =$	1	-
4	Gęstość wody	$\rho =$	1000	[kg/m ³]
5	Ciepło właściwe wody	$c_w =$	4,19	[kJ/kg*deg]
6	Liczba użytkowników	$L =$	120	[os]
7	Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 * L^{-0,244}$	$N_h =$	2,90	-
8	Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę dla 1 użytkownika	$V_{os} =$	8,0	[dm ³ /os]
9	Średnie dobowe zapotrzebowanie c.w.u. w budynku $V_{dśred} = L * V_{os}$	$V_{dśred} =$	960,0	[dm ³ /d]
10	Średnie godzinowe zapotrzebowanie c.w.u. w budynku $V_{hśred} = V_{dśred} / (18 * 1000)$	$V_{hśred} =$	0,05	[m ³ /h]
11	Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1m3 wody $Q_{CWJ} = c_w * \rho * (\theta_{cw} - \theta_0) * k_t / \eta_{w,tot} / 10^6$	$Q_{CWJ} =$	0,806	[GJ/m ³]
12	Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max} = V_{hśred} * Q_{CWJ} * N_h * 10^6 / 3600$	$q_{cwu}^{max} =$	34,594	[kW]
13	Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{śr.} = q_{cwu}^{max} / N_h$	$q_{cwu}^{śr.} =$	11,937	[kW]
14	Roczne zużycie c.w.u. $V_{cw} = V_{dśred} * 365$	$V_{cw} =$	350,400	[m ³]

15	Koszt przygotowawania c.w.u.	$Q_{K,W} * O_z + 12 * q_{cw\acute{s}r.} * 0,001 * O_m$	$O_{rcw} =$	2265,09	[zł]
16	Koszt wody zimnej dla ceny jedn. = 2,41 [zł/m ³]		$O_{rwz} =$	844,46	[zł]
17	Sumaryczny koszt roczny c.w.u.		$O_{r0} =$	3109,55	[zł]

Obliczenie rocznego zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej po termomodernizacji wg metodologii obliczania charakt. energet. budynku z dnia 3 czerwca 2014 - kocioł gazowy 60%

1	Temperatura wody ciepłej	$\theta_{CW} =$	55	[°C]
2	Temperatura wody zimnej	$\theta_0 =$	10	[°C]
3	Wsp. korekcyjny ze wzg. na przerwy w użyt. c.w.u.	$k_R =$	0,55	-
4	Gęstość wody	$\rho_w =$	1	[kg/dm ³]
5	Ciepło właściwe wody	$c_w =$	4,19	[kJ/kg*deg]
6	Pow. pomieszczeń o reg. temp.	$A_f =$	679,20	[m ²]
7	Czas użytkowania / liczba dni w roku	$t_R =$	365	[dni]
8	Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową $V_{wi} =$		0,8	[dm ³ /(m ² *doba)]
9	Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd} = V_{wi} * A_f * c_w * \rho_w * (\theta_{cw} - \theta_0) * k_R * t_R / 3600$	$Q_{w,nd} =$	3427,82	[kWh/rok]
10	Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{w,nd} / \eta_{w,tot} * 0,0036$	$Q_{K,W} =$	27,92	[GJ/rok]

Obliczenie zapotrzebowania moc ciepłą na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej po termomodernizacji - kocioł gazowy 60%

1	Temperatura wody ciepłej	$\theta_{CW} =$	55	[°C]
2	Temperatura wody zimnej	$\theta_0 =$	10	[°C]
3	Wsp. korekcyjny temp.	$k_t =$	1	-
4	Gęstość wody	$\rho =$	1000	[kg/m ³]
5	Ciepło właściwe wody	$c_w =$	4,19	[kJ/kg*deg]
6	Liczba użytkowników	$L =$	120	[os]
7	Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 * L^{-0,244}$	$N_h =$	2,90	-
8	Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę dla 1 użytkownika	$V_{os} =$	8,0	[dm ³ /os]
9	Średnie dobowe zapotrzebowanie c.w.u. w budynku $V_{d\acute{s}red} = L * V_{os}$	$V_{d\acute{s}red} =$	960,0	[dm ³ /d]
10	Średnie godzinowe zapotrzebowanie c.w.u. w budynku $V_{h\acute{s}red} = V_{d\acute{s}red} / (18 * 1000)$	$V_{h\acute{s}red} =$	0,05	[m ³ /h]
11	Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1m ³ wody $= c_w * \rho * (\theta_{cw} - \theta_0) * k_t / \eta_{w,tot} / 10^6$	$Q_{CWJ} =$	0,427	[GJ/m ³]
12	Max. moc c.w.u. $= V_{h\acute{s}r} * Q_{CWJ} * N_h * 10^6 / 3600$	$q_{cw}^{max} =$	18,315	[kW]
13	Średnia moc c.w.u. $q_{cw}^{sr.} = q_{cw}^{max} / N_h$	$q_{cw}^{sr.} =$	6,320	[kW]

14	Roczne zużycie c.w.u. $V_{cw} = V_{dśred} * 365$	$V_{cw} =$	350,400	[m ³]
15	Koszt przygotowania c.w.u. $Q_{K,W} * O_z + 12 * q_{cwśr.} * 0,001 * O_m$	$O_{rcw} =$	1416,73	[zł]
16	Koszt wody zimnej dla ceny jedn. = 2,41 [zł/m ³]	$O_{rwz} =$	506,68	[zł]
17	Sumaryczny koszt roczny c.w.u.	$O_{r0} =$	1923,40	[zł]

Obliczenie rocznego zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej po termomodernizacji wg metodologii obliczania charakt. energet. budynku z dnia 3 czerwca 2014 - instal. fotowoltaiczna 40%

1	Temperatura wody ciepłej	$\theta_{cw} =$	55	[°C]
2	Temperatura wody zimnej	$\theta_0 =$	10	[°C]
3	Wsp. korekcyjny ze wzg. na przerwy w użyt. c.w.u.	$k_R =$	0,55	-
4	Gęstość wody	$\rho_w =$	1	[kg/dm ³]
5	Ciepło właściwe wody	$c_w =$	4,19	[kJ/kg*deg]
6	Pow. pomieszczeń o reg. temp.	$A_f =$	679,20	[m ²]
7	Czas użytkowania / liczba dni w roku	$t_R =$	365	[dni]
8	Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową	$V_{wi} =$	0,8	[dm ³ /(m ² *doba)]
9	Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd} = V_{wi} * A_f * c_w * \rho_w * (\theta_{cw} - \theta_0) * k_R * t_R / 3600$	$Q_{w,nd} =$	2285,22	[kWh/rok]
10	Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,W} = Q_{w,nd} / \eta_{w,tot} * 0,0036$	$Q_{K,W} =$	12,22	[GJ/rok]

Obliczenie zapotrzebowania moc ciepłą na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej po termomodernizacji - instal. fotowoltaiczna 40%

1	Temperatura wody ciepłej	$\theta_{cw} =$	55	[°C]
2	Temperatura wody zimnej	$\theta_0 =$	10	[°C]
3	Wsp. korekcyjny temp.	$k_t =$	1	-
4	Gęstość wody	$\rho =$	1000	[kg/m ³]
5	Ciepło właściwe wody	$c_w =$	4,19	[kJ/kg*deg]
6	Liczba użytkowników	$L =$	120	[os]
7	Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 * L^{-0,244}$	$N_h =$	2,90	-
8	Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę dla 1 użytkownika	$V_{os} =$	8,0	[dm ³ /os]
9	Średnie dobowe zapotrzebowanie c.w.u. w budynku $V_{dśred} = L * V_{os}$	$V_{dśred} =$	960,0	[dm ³ /d]
10	Średnie godzinowe zapotrzebowanie c.w.u. w budynku $V_{hśred} = V_{dśred} / (18 * 1000)$	$V_{hśred} =$	0,05	[m ³ /h]
11	Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1m ³ wody $Q_{CWJ} = c_w * \rho * (\theta_{cw} - \theta_0) * k_t / \eta_{w,tot} / 10^6$	$Q_{CWJ} =$	0,280	[GJ/m ³]
12	Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max} = V_{hśred} * Q_{CWJ} * N_h * 10^6 / 3600$	$q_{cw}^{max} =$	12,025	[kW]
13	Średnia moc c.w.u. $= q_{cwu}^{max} / N_h$	$q_{cw}^{śr.} = q_{cwu}^{śr.}$	4,149	[kW]

14	Roczne zużycie c.w.u. $V_{cw} = V_{dśred} * 365$	$V_{cw} =$	350,400	[m ³]
15	Koszt przygotowwania c.w.u. $Q_{K,W} * O_z + 12 * q_{cwśr.} * 0,001 * O_m$	$O_{rew} =$	0,00	[zł]
16	Koszt wody zimnej dla ceny jedn. = 2,41 [zł/m ³]	$O_{rwz} =$	337,79	[zł]
17	Sumaryczny koszt roczny c.w.u.	$O_{r0} =$	337,79	[zł]

Załącznik nr 4

Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie dla poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych wykonane przy pomocy programu ArCadia Termo 6.3

Wariant	Zapotrzebowanie	
	Mocy cieplnej, [kW]	Ciepła Q_H , [GJ/a]
stan istn.	84,18	455,85
1	45,64	78,24
2	45,92	79,95
3	45,92	153,25
4	45,92	153,25
5	49,00	177,54
6	49,00	177,54
7	62,76	286,66
8	64,12	302,21

Załącznik nr 5

Wydruk komputerowy z programu „Arcadia-Termo” dla stanu istniejącego

RAPORT OBLICZEŃ ZAPOTRZEBOWANIA NA MOC I ENERGIĘ CIEPLNĄ BUDYNKU SAMORZĄDOWEGO PRZEDSZKOLA PRZED TERMOMODERNIZACJĄ												
DANE OGÓLNE												
Nazwa budynku:	Budynek Samorządowy Przedszkola											
Typ budynku:	Oświata											
Rok budowy:	1965											
Miejscowość:	Chmielnik											
Stacja meteorologiczna:	Kielce - Suków											
Strefa klimatyczna:	III											
Maksymalna temperatura zewnętrzna θ_e :	-20,0										°C	
Średnia temperatura wewnętrzna θ_i :	19,4										°C	
Temperatury dla poszczególnych miesięcy												
Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
θ_e [°C]	-1,2	-2,1	0,5	7,5	13,0	15,2	17,7	16,0	12,7	8,5	2,3	0,0
GEOMETRIA BUDYNKU												
Powierzchnia zabudowy A_g :	343,8										m ²	
Powierzchnia użytkowa A_u :	681,5										m ²	
Powierzchnia o regulowanej temperaturze A_f :	569,9										m ²	
Kubatura po obrysie zewnętrznym V_e :	2255,7										m ³	
Kubatura ogrzewana V_f :	1783,5										m ³	
Powierzchnia przegród oddzielających budynek od środowiska zewnętrznego i części nieogrzewanej A:	1070,5										m ²	
Współczynnik kształtu A/V_e :	0,5										1/m	
WSPÓLCZYNNIKI STRAT CIEPŁA												
Średni współczynnik nagrzewania f_{RH} :	9,0										W/m ²	
Współczynnik strat ciepła przegród zewnętrznych H_{ie} :	1091,4										W/K	
Współczynnik strat ciepła przegród wewnętrznych H_{xy} :	-8,1										W/K	
Współczynnik strat ciepła od gruntu H_{iq} :	34,5										W/K	
Współczynnik strat ciepła od przegród graniczących z środowiskiem nieogrzewanymi H_{iu} :	193,2										W/K	
Współczynnik strat ciepła przez przenikanie H_T :	1319,0										W/K	
Współczynnik strat ciepła na wentylacje H_{ve} :	37,6										W/K	
Całkowity współczynnik strat ciepła H:	1356,6										W/K	
MOC CIEPLNA												
Projektowana strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	51,99										kW	
Projektowana wentylacyjna strata ciepła Φ_v :	32,19										kW	

Projektowana nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	5,13	kW										
Całkowite projektowane obciążenie cieplne Φ_{HL} :	84,18	kW										
Projektowana moc źródła ciepła Φ :	84,18	kW										
Projektowane obciążenie cieplne na powierzchnię Φ_A :	147,71	W/m ²										
Projektowane obciążenie cieplne na kubaturę Φ_V :	54,73	W/m ³										
ZAPOTRZEBOWANIE NA CIEPŁO												
Średni strumień wewnętrznych zysków ciepła Φ_{int} :	0,0	W/m ²										
Zyski wewnętrzne Q_{int} :	0,00	kWh/rok										
Zyski od słońca Q_{sol} :	40455,79	kWh/rok										
Całkowite zyski ciepła $Q_{H,qn}$:	40455,79	kWh/rok										
Całkowite straty ciepła przez przenikanie $Q_{H,tr}$:	131164,85	kWh/rok										
Całkowite straty ciepła przez wentylację $Q_{H,ve}$:	28103,72	kWh/rok										
Całkowite straty ciepła przez wentylację i przenikanie $Q_{H,ht}$:	150519,22	kWh/rok										
Roczne zapotrzebowanie ciepła na energię użytkową dla ogrzewania i wentylacji $Q_{H,nd}$:	126623,81	kWh/rok										
Pojemność cieplna budynku C_m :	233524341,94	J/K										
Stała czasowa τ :	46,70	h										
Czas trwania sezonu grzewczego t_{sG} :	6505,84	h										
Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
t_{sG} [dni]	31,0	28,0	31,0	30,0	29,1	0,0	0,0	0,0	30,0	31,0	30,0	31,0

RAPORT OBLICZEŃ ZAPOTRZEBOWANIA NA MOC I ENERGIĘ CIEPLNĄ BUDYNKU SAMORZĄDOWEGO PRZEDSZKOLA PO TERMOMODERNIZACJI (WARIANT 1)

DANE OGÓLNE												
Nazwa budynku:	Budynek Samorządowy Przedszkola											
Typ budynku:	Oświata											
Rok budowy:	1965											
Miejscowość:	Chmielnik											
Stacja meteorologiczna:	Kielce - Suków											
Strefa klimatyczna:	III											
Maksymalna temperatura zewnętrzna θ_e :	-20,0										°C	
Średnia temperatura wewnętrzna θ_i :	18,4										°C	
Temperatury dla poszczególnych miesięcy												
Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
θ_e [°C]	-1,2	-2,1	0,5	7,5	13,0	15,2	17,7	16,0	12,7	8,5	2,3	0,0
GEOMETRIA BUDYNKU												
Powierzchnia zabudowy A_G :	343,8										m ²	
Powierzchnia netto A_n :	679,2										m ²	
Powierzchnia o regulowanej temperaturze A_f :	679,2										m ²	

Kubatura po obrysie zewnętrznym V_e :	2797,7	m^3										
Kubatura netto V :	1777,3	m^3										
Kubatura ogrzewana V_f :	1777,3	m^3										
Powierzchnia przegród oddzielających budynek od środowiska zewnętrznego i części nieogrzewanej A :	1174,9	m^2										
Powierzchnia ścian zewnętrznych $A_{w,e}$:	361,1	m^2										
Współczynnik kształtu A/V_e :	0,7	1/m										
WSPÓŁCZYNNIKI STRAT CIEPŁA												
Średni współczynnik nagrzewania f_{RH} :	9,0	W/m^2										
Współczynnik strat ciepła przegród zewnętrznych H_{ie} :	249,3	W/K										
Współczynnik strat ciepła od gruntu H_{iq} :	64,2	W/K										
Współczynnik strat ciepła od przegród graniczących z środowiskiem nieogrzewanymi H_{iu} :	0,0	W/K										
Współczynnik strat ciepła przez przenikanie H_T :	313,5	W/K										
Współczynnik strat ciepła na wentylację H_{ve} :	13,0	W/K										
Całkowity współczynnik strat ciepła H :	326,4	W/K										
MOC CIEPLNA												
Projektowana strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	10,81	kW										
Projektowana wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	34,83	kW										
Projektowana nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	6,11	kW										
Całkowite projektowane obciążenie cieplne Φ_{HL} :	45,64	kW										
Projektowana moc źródła ciepła Φ :	45,64	kW										
Projektowane obciążenie cieplne na powierzchnie Φ_A :	67,20	W/m^2										
Projektowane obciążenie cieplne na kubaturę Φ_V :	25,68	W/m^3										
ZAPOTRZEBOWANIE NA CIEPŁO												
Średni strumień wewnętrznych zysków ciepła Φ_{int} :	0,0	W/m^2										
Zyski wewnętrzne Q_{int} :	0,00	kWh/rok										
Zyski od słońca Q_{sol} :	43050,32	kWh/rok										
Całkowite zyski ciepła $Q_{H,qn}$:	43050,32	kWh/rok										
Całkowite straty ciepła przez przenikanie $Q_{H,tr}$:	32818,07	kWh/rok										
Całkowite straty ciepła przez wentylację $Q_{H,ve}$:	6158,89	kWh/rok										
Całkowite straty ciepła przez wentylację i przenikanie $Q_{H,nt}$:	38314,86	kWh/rok										
Roczne zapotrzebowanie ciepła na energię użytkową dla ogrzewania i wentylacji $Q_{H,nd}$:	21732,53	kWh/rok										
Pojemność cieplna budynku C_m :	223095762,19	J/K										
Stała czasowa τ :	173,92	h										
Czas trwania sezonu grzewczego t_{sG} :	4672,48	h										
Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
t_{sG} [dni]	31,0	28,0	30,9	7,3	6,6	0,0	0,0	0,0	6,4	23,5	30,0	31,0

Załącznik nr 6Obliczenie liczby stopniodni

Lokalizacja: Chmielnik - Stacja meteorolog. Kielce							
Miesiąc	L _d	t _e	Ściana zewn.		Ściana zewn.		
			t _{wo(20°C)}	t _{wo(12°C)}	S _{d(20°C)}	S _{d(20°C)}	
1	31	-3,9	20	12	740,9	492,9	
2	28	-2,7	20	12	635,6	411,6	
3	31	1,0	20	12	589,0	341,0	
4	30	7,0	20	12	390,0	150,0	
5	5	12,3	20	12	38,5	-1,5	
6	0	16,2	20	12	0,0	0,0	
7	0	17,3	20	12	0,0	0,0	
8	0	16,7	20	12	0,0	0,0	
9	5	12,7	20	12	36,5	-3,5	
10	31	7,7	20	12	381,3	133,3	
11	30	2,9	20	12	513,0	273,0	
12	31	-1,2	20	12	657,2	409,2	
Suma wartości miesięcznych					S _d :	3982,0	2206,0

Załącznik nr 7

Tabela bezpośredniego efektu ekologicznego

Emitowane zanieczyszczenie	Budynek przed termomodernizacją [kg/rok]	Budynek po termomodernizacji war.1 [kg/rok]	Efekt ekologiczny [kg/rok]	Redukcja emisji [%]
SO₂	793,922749	0,006452	793,9163	100,00%
NO_x	41,350143	5,216204	36,1339	87,39%
CO	1860,756442	1,029514	1859,7269	99,94%
CO₂	82700,286309	6863,425660	75836,8606	91,70%
PYŁ	434,176503	0,001716	434,1748	100,00%
SADZA	14,472550	0,000000	14,472550	100,00%
B-a-P	0,578902	0,000000	0,578902	100,00%

Załącznik nr 8

Zużycie energii użytkowej, końcowej i pierwotnej dla stanu istniejącego i stanu po termomodernizacji (wariant 1)

Tabela zbiorcza wyników energii użytkowej, końcowej i pierwotnej przed termomodernizacją				
Ogrzewanie i wentylacja				
Nr źródła	Nazwa źródła	$Q_{U,H}$ [kWh/rok]	$Q_{K,H}$ [kWh/rok]	$Q_{P,H}$ [kWh/rok]
1	Kocioł na paliwo stałe	126623,81	297910,33	328906,70
Suma		126623,81	297910,33	328906,70
Przygotowanie ciepłej wody				
Nr źródła	Nazwa źródła	$Q_{U,W}$ [kWh/rok]	$Q_{K,W}$ [kWh/rok]	$Q_{P,W}$ [kWh/rok]
1	Kocioł na paliwo stałe	4793,67	20485,77	24021,79
Suma		4793,67	20485,77	24021,79

Tabela zbiorcza wyników energii użytkowej, końcowej i pierwotnej po termomodernizacji (wariant 1)				
Ogrzewanie i wentylacja				
Nr źródła	Nazwa źródła	$Q_{U,H}$ [kWh/rok]	$Q_{K,H}$ [kWh/rok]	$Q_{P,H}$ [kWh/rok]
1	Kocioł gazowy	21732,53	26458,69	30309,90
Suma		21732,53	26458,69	30309,90
Przygotowanie ciepłej wody				
Nr źródła	Nazwa źródła	$Q_{U,W}$ [kWh/rok]	$Q_{K,W}$ [kWh/rok]	$Q_{P,W}$ [kWh/rok]
1	Kocioł gazowy	3427,92	7755,49	10018,47
2	Instalacja fotowoltaiczna	2285,28	3394,66	0,00
Suma		5713,21	11150,14	10018,47

Obliczenia związane z wymianą oświetlenia wewnętrznego i montażem instalacji fotowoltaicznej

1. Zestawienie danych dotyczących zastosowanego oświetlenia i odnawialnych źródeł energii

W budynku wydziału przeprowadzono inwentaryzację zainstalowanego oświetlenia wewnątrz i zainwentaryzowano punkty świetlne zgodnie z zestawieniem:

Zestawienie oświetlenia istniejącego:

- 42 żarówek tradycyjnych o mocy 75W,
- 30 świetlówek podwójnych o mocy 2x58W,
- 41 świetlówek poczwórnych o mocy 4x18W.

Razem 113 punktów świetlnych sterowanych ręcznie.

Zainstalowaną moc oświetleniową punktów świetlnych przeznaczonych do wymiany określono na **9 582 W** - czas pracy 2000h/rok

Zapotrzebowanie na energię przed termomodernizacją - $9582W \cdot 2000h/rok = 19164 \text{ kWh/rok}$

Pozostała moc zamówiona na osprzęt 5 418 W - czas pracy 8760h/rok

W budynku brak zainstalowanych źródeł energii odnawialnej.

2. Określenie zakresu rzeczowego robót

Zainstalowane oświetlenie wewnętrzne w budynku charakteryzuje się małą funkcjonalnością, sporą awaryjnością, niewłaściwym stopniem doświetlenia w związku z powyższym zachodzi konieczność jego wymiany na nowoczesne spełniające kryteria polskich i europejskich norm oświetlenia miejsc pracy.

W niniejszym opracowaniu oprócz wymiany punktów świetlnych uwzględniono również wymianę opraw, tablic rozdzielczych oraz zastosowanie układów automatyki sterowniczej.

W ramach realizacji zadania zastosowano odnawialne źródło energii jakim są panele fotowoltaiczne. Panele umieszczono na dachu budynku skierowane pod optymalnym kątem w kierunku południowym. Łączna moc systemu alternatywnego wynosi 10kWp

3. Obliczenie zużycia energii dla stanu istniejącego

wskaznik LENI = $Q_{k,l}/A$ [kWh/m²*rok]

$Q_{k,l}$ - roczne zapotrzebowanie na energię końcową (brak energii pasożytniczej)

A - całkowite pole powierzchni podłogi budynku

$Q_{k,l} = 9582 \cdot 2000 / 1000 = 19164$ [kWh/rok]

A = 680m²

LENI = $19164 / 680 = 28,18$ [kWh/m²*rok]

Wskaźniki rocznego zapotrzebowania na energię

EP = $Q_p / A = 28746 / 680 = 42,27$

EK = $Q_k / A = 9582 / 680 = 14,09$

EU = $Q_u / A = 0$

4. Określenie mocy wymaganej po wymianie oświetlenia

Proponuje się wymianę istniejących opraw na oprawy typu LED o efektywności 85-130 lm/W a dzięki użyciu materiałów termo przewodzących i odpowiedniej technologii ich żywotność powinna sięgać 50000h.

Zgodnie z przeznaczeniem pomieszczeń i inwentaryzacją oświetlenia założono następującą moc opraw oświetleniowych po realizacji zadania.

$$12 \times 22W + 32 \times 55W + 14 \times 40W + 13 \times 53W + 26 \times 35W + 16 \times 31W = 4\ 679\ W$$

Zapotrzebowanie na energię po wymianie oświetlenia - $4679W \times 2000h/rok = 9335\ kW/rok$

5. Określenie kosztów realizacji wymiany oświetlenia

Do obliczeń przyjęto następujące ceny jednostkowe na podstawie analizy ofert firm produkujących osprzęt elektryczny wywodzących się z Unii Europejskiej oraz kosztów dostawy i wymiany:

- koszt wymiany 1 oprawy - 930 zł brutto (w tym nowoczesna oprawa LED z montażem)

Koszt wymiany oświetlenia w budynku wyniesie:

$$N = 113 \times 930\text{zł} = 105\ 090\text{zł brutto}$$

Dodatkowo należy przewidzieć kwotę 45 000,00 zł brutto z przeznaczeniem na wymianę przewodów, gniazd wtykowy osprzętu i tablic rozdzielczych.

Łączny koszt robót wyniesie 150 090,00zł brutto

6. Określenie kosztów wykonania paneli fotowoltaicznych

Montaż kompletnej instalacji fotowoltaicznej o mocy 10kWp z panelami, konstrukcją, montażem i uruchomieniem wyniesie wg analizy rynku lokalnego i cenników dostawców urządzeń 99 000,00zł brutto

7. Określenie szacunkowych oszczędności w wyniku wymiany oświetlenia

Z uwagi na brak usprawnień wpływających na zmniejszenie zużycia energii wskutek: obniżenia natężenia oświetlenia do poziomu wymaganego, uwzględnienia nieobecności użytkowników w miejscu pracy oraz wykorzystania światła dziennego w oświetleniu, wzór zamieszczony w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27.02.2015r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku świadectw charakterystyki energetycznej Dz.U. poz. 376 wzór nr 35 pkt. 4.1.5.2 można uprościć do postaci:

$$\square E_{el} = P_{N1el} \times t_{01el} - P_{N2el} \times t_{02el}, \text{ gdzie:}$$

$\square E_{el}$ – szacunkowe oszczędności zużycia energii oświetlenia, MWh/rok

P_{01el} , P_{02el} – moc jednostkowa opraw oświetlenia podstawowego wbudowanego w danym wnętrzu lub budynku użyteczności publicznej przyjmowana na podstawie projektu oświetlenia budynku lub na podstawie § 180a przepisów techniczno-budowlanych, MW

t_{01el} , t_{02el} - uśredniony czas użytkowania oświetlenia w ciągu roku h/rok. Uśredniony czas użytkowania oświetlenia w ciągu roku dla budynku o podobnym charakterze wynosi 2000 h/rok

$$\square E_{el} = 9582 \times 10^{-6} \times 2000 - 4679 \times 10^{-6} \times 2000 = \mathbf{9,806\ MWh/rok}$$

$$\square E_{el}\% = \square E_{el} / E_{el1} \times 100\%$$

$$\square E_{el}\% = 9,806 / 19,164 \times 100\% = \mathbf{51,2\%}$$

W celu określenia przewidywanych rocznych oszczędności kosztów energii oświetlenia w budynku należy skorzystać ze wzoru:

$$\square O_{el} = \square E_{el} \times O_z, \text{ gdzie:}$$

O_z – średnioroczna cena energii elektrycznej, zł/MWh.

Średnioroczna cena energii elektrycznej ustalona została w wysokości 570,0 zł/MWh, na podstawie analizy faktur za dostawę energii

$$\square O_{el} = (9582 - 4679) \times 2000 \times 10^{-6} \times 570,0 = \mathbf{5589,42 \text{ zł/rok}}$$

8. Określenie szacunkowych oszczędności w wyniku zastosowania paneli fotowoltaicznych

Zużycie energii w budynku na oświetlenie - **19164 [kWh/rok]**

Średnia produkcja energii z PV - **9291 [kWh/rok]**

- założenia i dobór produkcji własnej

Lokalizacja: Chmielnik

Moc wyjściowa układu: **10kW**

Liczba paneli fotowoltaicznej: **40szt - panele o mocy szczytowej 250Wp**

Wydajność maksymalna: **97,8%**

-określenie efektów energetycznych

Średnioroczna oszczędność energii finalnej - **9291 [kWh/rok]**

Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej **$w_i=3,0$**

Średnioroczna oszczędność energii pierwotnej - **27873 [kWh/rok]**

Roczne zmniejszenie kosztów zakupu energii elektrycznej - **9291 kWh/rok *0,57zł/kW = 5295,87zł/rok**

9. Wskaźnik ekonomiczny opłacalności realizacji wymiany oświetlenia

Jako ekonomiczny wskaźnik opłacalności realizacji zadania przyjęto prosty czas zwrotu SPBT stanowiący stosunek nakładów do rocznych oszczędności:

$$SPBT = N / \square O_{el}$$

$$SPBT = 105\,090 / 5589,42 = \mathbf{18,80 \text{ lat}}$$

10. Wskaźnik ekonomiczny opłacalności zastosowania instalacji fotowoltaicznej o mocy 10kW

Jako ekonomiczny wskaźnik opłacalności realizacji zadania przyjęto prosty czas zwrotu SPBT stanowiący stosunek nakładów do rocznych oszczędności:

$$SPBT = 99\,000 / 5595,87 = \mathbf{17,69 \text{ lat}}$$

11. Obliczenie planowanego efektu ekologicznego dla wymiany oświetlenia

- średnioroczna oszczędność energii finalnej $9582 - 4679 = \mathbf{4903 [kWh/rok]}$

- średnioroczna oszczędność energii pierwotnej **14709 [kWh/rok]**

- zużycie węgla $14709 \text{ kWh} \times 3,6 / 22,72 \text{ MJ/kg} = \mathbf{2330 \text{ kg}, = 2,3 \text{ t}}$

Jednostkowe wskaźniki emisji zanieczyszczeń.

CO2	2200 kg/Mg
SO2	$17 \times 0,6 \times (1-0,85) = 1,53$ kg/Mg
NOx	4,00 kg/Mg
CO	5,00 kg/Mg
Pył	$3 \times 18 \times (1-0,95) = 2,7$ kg/Mg

Całkowity efekt ekologiczny modernizacji

Wielkość emisji unikniętej w wyniku zastosowania energii odnawialnej:

Zużycie [Mg/rok] :

Miał węglowy	2,3
Emisja zanieczyszczeń [kg/rok]:	
Pył	6,21
NOx	9,2
SO2	3,52
CO	11,5
CO2	5060,0

Stopień redukcji CO2

Zużycie węgla przed zastosowaniem usprawnienia:

$57\,492 \text{ kWh} \times 3,6 / 22,72 \text{ MJ/kg} = 9\,110 \text{ kg}$,	9,1 t
- emisja CO2 przed zastosowaniem usprawnienia:	20 020,0
- stopień redukcji CO2	25%

12. Obliczenie planowanego efektu ekologicznego przy zastosowaniu paneli fotowoltaicznych

Założenia:

W wyniku budowy instalacji fotowoltaicznej planuje się osiągnięcie następującego efektu energetycznego:

- średnioroczna oszczędność energii finalnej **9291 [kWh/rok]**
- średnioroczna oszczędność energii pierwotnej **27873 [kWh/rok]**

Wytworzona energia pochodzić będzie z odnawialnych źródeł energii (energia słoneczna). Odpowiednio zmniejszeniu ulegnie ilość energii elektrycznej wytworzonej w elektrociepłowni i dostarczonej z sieci elektroenergetycznej. Spalanie paliw do celów energetycznych wiąże się z emisją do atmosfery znacznych ilości zanieczyszczeń gazowych oraz powstawaniem odpadów stałych takich jak pył, żużel i sadza. Zanieczyszczenia gazowe obejmują związki chemiczne takie jak pył, tlenek węgla (CO), dwutlenek węgla (CO2), dwutlenek siarki (SO2) oraz związki azotu (NOx).

Do obliczenia wielkości emisji unikniętej w wyniku realizacji przedsięwzięcia przyjęto następujące założenia:

- wartość opałową węgla spalane w elektrociepłowniach zawodowych przyjęto na podstawie danych KOBIZE do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2016. w wysokości 22,72 MJ/kg,

- jednostkowe wskaźniki emisji zanieczyszczeń tlenku węgla (CO), dwutlenku węgla (CO₂), dwutlenku siarki (SO₂), pyłów oraz związków azotu (NO_x) ustalono na podstawie materiałów informacyjno-instruktażowych MOSZNiL „Wskaźniki emisji substancji zanieczyszczających wprowadzanych do powietrza z procesów energetycznego spalania paliw”.

Efekt ekologiczny modernizacji obliczono jako ilość emisji unikniętej w elektrociepłowni, wynikającej z w wyniku zastosowania odnawialnych źródeł energii:

- ograniczenie zużycia energii pierwotnej	27 873 kWh/rok
- wartość opała węgla wg KOBIZE 2016 -	22,72 MJ/kg
- parametry węgla energetycznego klasy miał 21	Ar=18%; s=0,6
- sprawność urządzeń odpylających	95%
- sprawność urządzeń odsiarczających	85%
- zużycie węgla $27873 \text{ kWh} \times 3,6 / 22,72 \text{ MJ/kg} = 4 416 \text{ kg}, = 4,4 \text{ t}$	

Jednostkowe wskaźniki emisji zanieczyszczeń.

CO ₂	2200 kg/Mg
SO ₂	$17 \times 0,6 \times (1-0,85) = 1,53 \text{ kg/Mg}$
NO _x	4,00 kg/Mg
CO	5,00 kg/Mg
Pył	$3 \times 18 \times (1-0,95) = 2,7 \text{ kg/Mg}$

Całkowity efekt ekologiczny modernizacji

Wielkość emisji unikniętej w wyniku zastosowania energii odnawialnej:

Zużycie [Mg/rok] :

Miał węglowy 4,4

Emisja zanieczyszczeń [kg/rok]:

CO ₂	9 680,0
SO ₂	6,73
NO _x	17,6
CO	22
Pył	11,88

Stopień redukcji CO₂

Zużycie węgla przed zastosowaniem energii odnawialnej:

$57 492 \text{ kWh} \times 3,6 / 22,72 \text{ MJ/kg} = 9 110 \text{ kg},$ 9,1 t

- emisja CO₂ przed zastosowaniem energii odnawialnej: 20 020,0

- stopień redukcji CO₂ 48%

UWAGA: Wykonanie prac instalacyjnych poprzedzić opracowaniem projektu branżowego sporządzonego przez uprawnionego projektanta