Audyt Energetyczny

Zespół Szkół Leśnych
Budynek szkoły z C.E.R.
Warcino 1

77-230 Kępice

P.U.Termoefekt
Bogdan Czupajło
ul. Malwowa 10
76-251 Kobylnica
tel. 59 8415656, 505 730103
bogdanczupajlo@neostrada.pl

TABELA 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU

1.1 Rodzaj budynku	użyteczności publicznej	1.2 Rok budowy:	XVIIIw
1.3 Zarządca (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL*) (*w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości)	**Zespół Szkół Leśnych** **Warcino 1** **77-230 Kępice** **tel. 59 857 6601(2)**	1.4 Adres budynku:	**Budynek Szkoły z Centrum Edukacji Regionalnej (Wozownią)** **Warcino 1** **77-230 Kępice** **powiat Słupsk** **woj. Pomorskie**

2. Nazwa ,adres i nr Regon podmiotu wykonującego audyt:

P.U. Termoefekt Bogdan Czupajło
ul. Malwowa 10 76-251 Kobylnica
Regon: 770550052

3. Imię, nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:

Bogdan Czupajło
upr. do certyfikacji energetycznej budynków
nr rejestru MI/ŚE/820/2009
adres j.w.

4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac,

L.p.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego lub audytu remontowego
1		
2		

5. Miejscowość	**Kobylnica**	data wykonania opracowania:	**09.03.2011**

6. Spis treści

1	Strona tytułowa	str.1
2	Karta audytu energetycznego bud. Szkoły	str.2, 3
3	Karta audytu energetycznego bud C.E.R. (Wozowni)	str.3a, 3b
4	Dane źródłowe	str.4
5	Ocena stanu technicznego	str.5, 5a
6	Dane ogólne	str.6, 6a
7	Wykaz usprawnień do oceny	str.7
8	Efekt modernizacji systemu grzewczego i przygotowania CWU	str.8, 8a
9	Efekt modernizacji przegród budowlanych	str.9
10	Wybrane warianty termomodernizacyjne	str.10
11	Opis optymalnego wariantu	str.11
	Załączniki	
12	*Bilans cieplny*	*str.12,13, 13a*
13	*Obliczenia zapotrzebowania na energię końcową ogrzewania*	*str.14, 14a*
14	*Obliczenia potrzeb ciepłej wody użytkowej (CWU)*	*str.15, 15a*

TABELA 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU SZKOŁY *)

1. Dane ogólne		
1	Konstrukcja/technologia budynku	Technologia tradycyjna murowana jednowarstwowa pełna cegła i stropy drewniane
2	Liczba kondygnacji	4
3	Kubatura części ogrzewanej [m3]	16 100,00
4	Powierzchnia netto budynku [m2]	2554,00
5	Powierzchnia użytkowa kond. nadziemn. m2]	1783,00
6	Powierzchnia innych pomieszczeń: w piwnicach , komunikacja i inne [m2]	771,00
7	Liczba lokali mieszkalnych	0
8	Liczba osób użytkujących budynek	300
9	Sposób przygotowania ciepłej wody	Własne źródło ciepła. Kocioł niskotemperaturowy na gaz płynny propan
10	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Wodna instalacja c.o..
11	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,34
12	Inne dane charakteryzujące budynek	

2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/(m2K)]		Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
1	Ściany zewnętrzne	1,01	1,01
2	Dach/stropodach	1,48	0,23
3	Strop piwnicy	------	------
4	Okna i drzwi wej.	2,60	2,60
5	Drzwi pom. technicznego	1,70	1,70
6	Inne drzwi	2,50	2,50
3. Sprawności składowe systemu grzewczego			
1	Sprawność wytwarzania	0,94	1,57
2	Sprawność przesyłania	0,95	0,95
3	Sprawność akumulacji	1,00	0,95
4	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,83	0,91
5	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	0,81	0,81
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	0,90	0,90
4. Charakterystyka systemu wentylacji			
1	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna i grawitacyjna	naturalna i grawitacyjna
2	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	nieszczelności stolarki; jeden przewód wentylacyjny w sali komink.	nieszczelności stolarki; jeden przewód wentylacyjny w sali komink.
3	Strumień powietrza wentylacyjnego [m3/h]	8348,60	8348,60
4	Liczba wymian [1/h]	0,84	0,84

5. Charakterystyka energetyczna budynku			
1	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	291,65	261,49
2	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody użytkowej [kW]	28,40	28,40
3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1 992,53	1 733,47
4	**Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględn. sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]**	**1 959,76**	**993,13**
5	**Obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]**	**81,33**	**81,33**
6	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie i (CWU tylko w bud. Wozowni) przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok] - (75307 l). x 23,6 MJ/l	1 777,00	
7	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m2xrok)]	216,71	188,54
8	**Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m2xrok)]**	**213,15**	**108,01**

6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)		
1 Cena za 1 kWh en. elektrycznej łącznie z przesyłem [zł]	0,68 zł	0,68 zł
2 Cena za 1l. gazu płynnego [zł]	2,07 zł	2,07 zł

7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu [zł]	……..	**Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]**	**47,4%**
Planowane koszty całkowite [zł]:	**595 013 zł**	Premia termomodernizacyjna [zł]	……..
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]			**85 680 zł**

*) - dla budynku o mieszanej funkcji należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku
**) - opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii
***) - stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii

TABELA 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU C.E.R (WOZOWNI) *)

1. Dane ogólne		
1	Konstrukcja/technologia budynku	Technologia "muru pruskiego" z wykorzystaniem pustaka
2	Liczba kondygnacji	2
3	Kubatura części ogrzewanej [m3]	2 510,00
4	Powierzchnia netto budynku [m2]	553,00
5	Powierzchnia użytkowa sal do prezentacji [m2]	292,00
6	Powierzchnia innych pomieszczeń [m2]	261,00
7	Liczba lokali mieszkalnych	0
8	Liczba osób użytkujących budynek	5
9	Sposób przygotowania ciepłej wody	Bojler el. dogrzewany wodą grzewczą z budynku szkoły
10	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Wodna instalacja zasilana z kotła niskotemperaturowwego
11	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,54
12	Inne dane charakteryzujące budynek	

2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/(m2K)]		Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
1	Ściany zewnętrzne	0,29	0,29
2	Dach/stropodach	0,33	0,33
3	Strop piwnicy	….	….
4	Okna i drzwi wej.	1,61	1,61
5	Drzwi pom. technicznego	2,50	2,50
6	Inne drzwi	2,50	2,50
3. Sprawności składowe systemu grzewczego			
1	Sprawność wytwarzania	0,94	1,57
2	Sprawność przesyłania	0,93	0,93
3	Sprawność akumulacji	1,00	0,95
4	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,94	0,94
5	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	0,85	0,85
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	0,88	0,88
4. Charakterystyka systemu wentylacji			
1	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	mechaniczna wywiewna i grawitacyjna	mechaniczna wywiewna i grawitacyjna
2	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	nieszczelności stolarki; przewody wentylacyjne	nieszczelności stolarki; przewody wentylacyjne
3	Strumień powietrza wentylacyjnego [m3/h]	1258,20	1258,20
4	Liczba wymian [1/h]	0,78	0,78

5. Charakterystyka energetyczna budynku			
1	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	34,75	34,75
2	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody użytkowej [kW]	7,14	7,14
3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	207,35	207,35
4	**Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględn. sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]**	**188,74**	**121,66**
5	**Obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]**	**21,74**	**5,71**
6	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych	ujęte w karcie szkoły	
7	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m2xrok)]	104,15	104,15
8	**Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m2xrok)]**	**94,81**	**61,11**

6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)		
1 Cena za 1 kWh en. elektrycznej łącznie z przesyłem [zł]	0,56 zł	0,56 zł
2 Cena za 1l. gazu płynnego [zł]	2,07 zł	2,07 zł

7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Planowana kwota kredytu [zł]	……..	**Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]**	**39,5%**
Planowane koszty całkowite [zł]:	…….	Premia termomodernizacyjna [zł]	…….
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]			**8 232 zl**

*) - dla budynku o mieszanej funkcji należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku
**) - opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii
***) - stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii

Dokumenty i dane źródłowe, wykorzystane w trakcie wykonywania audytu

I Dokumentacja techniczna budynku szkoły : Książka Obiektu Budowlanego
Plan dróg ewakuacyjnych; Ekspertyza wymiany pokrycia dachu obieku; Inwentaryzacja więźby dachowej; Projekt elewacji.
Dokumentacja techniczna budynku Wozowni: Projekt arch. bud.

II Dane źródłowe

1 Ankieta budowlana wypełniona podczas wywiadu z inwestorem oraz wizji lokalnej.
2 Ankieta dot. sposobu użytkowania budynków i systemu grzewczego wypełniona na podst. wywiadu z inwestorem oraz wizji lokalnej.
3 Dane określające bieżące ceny za gaz na cele grzewcze oraz en. elektryczną.
4 Dane o ilości zużywanego gazu na cele grzewcze i CWU łącznie dla obu obiektów.

III Wytyczne i uwagi inwestora określone podczas wywiadu i wizji lokalnej.

1 Inwestor zamierza realizować następujące prace termomodernizacyjne:
- ocieplenie stropu pod nieużytkowym poddaszem - dot. tylko szkoły;
- montaż odnawialnego źródła energii (OZE) zasilającego oba budynki;
- montaż zaworów termostatycznych i głowic na większości grzejników - dot. tylko szkoły;

2 Inwestor wyklucza realizację następujących prac termomodernizacyjnych:
- wymianę stolarki okiennej w szkole ze względu na obiekt zabytkowy i utrudnienia w uzyskaniu właściwej wentylacji, (kanały dymowe nie nadają się do adaptacji went.)
- modernizację instalacji c.o. z wyjątkiem termostat. zaworów przygrzejnikowych
- wszelkich zmian budowlano instal. w budynku Wozowni

3 Plan finansowania inwestycji z NFOŚiGW bez określenia wys. wsparcia i środków własnych.
Program: System Zielonych Inwestycji
Część 1. Zarządzanie energią w budynkach użyteczności publicznej

A. Ocena stanu technicznego budynku szkoły

Ściany budynku z pełnej cegły są nieocieplone. Właściwości termoizolacyjne przegród są złe: U= 1,01 W/(m2•K)

Występowanie licznych mostków cieplnych wokół ościeżnic.
Budynek zabytkowy nie nadaje się do ocieplenia przegród pionowych oraz wymiany okien (zakaz Konserwatora Zabytków).

Drewniane stropy ostatnich kondygnacji budynku są ocieplone jedynie w skrzydle zachodnim:.

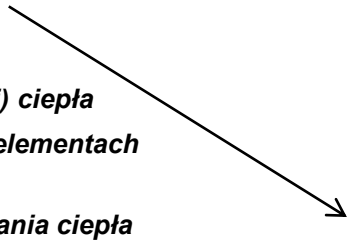
Ich właściwości termoizolacyjne są niezadawalające: U= 0,29 W/(m2•K)
A nad pozostałą częścią praktycznie bez ocieplenia: U= 1,48 W/(m2•K)
Okna skrzynkowe częściowo uszczelnione. Ich właściwości termoizolacyjne, wyrażone współczynnikiem: U= 2,60 W/(m2•K)
są złe.

B. Ocena kotłowni znajdującej się w budynku

Po modernizacji w 1997r. kotłownia wyposażona w 2 niskotemp. kotły nadmuchowe Paromat-Triplex firmy Viessmann o mocy nom.285 kW zasilane propanem.
Kotłownia orócz obiektu szkoły zaopatruje w ciepło na cele c.o. i CWU także sąsiedni budynek "Wozowni".
Zastosowana automatyka pogodowa umożliwia automatyczne dostosowanie się mocy cieplnej systemu grzewczego do aktualnych warunków zewnętrznych z uwzględnieniem indywidualnej charakterystyki cieplnej budynku.
Urządzenia bardzo dobrze utrzymane.

C. Ocena systemu grzewczego

Instalacja dwururowa stalowa pompowa - w przeważającej ilości grzejniki żeliwne. Większość bez zaworów i głowic termostat.. Niektóre grzejniki osłonięte obudowami.
Niska sprawność regulacji i wykorzystania ciepła.



Średnia sezonowa sprawność wytwarzania ciepła	$\eta_{H,g=}$	**0,94**
Średnia sezonowa sprawność przesyłu (dystrybucji) ciepła	$\eta_{H,d=}$	**0,95**
Średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepła w elementach pojemnościowych systemu grzewczego	$\eta_{H,s=}$	**1,00**
Średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania ciepła	$\eta_{H,e=}$	**0,83**
Sprawność całkowita systemu grzewczego	$\eta_{H,tot=}$	**0,74**

Wskaźnik tygodniowego osłabienia ogrzewania na podst. Rozp. M.I. w spr. zakresu i formy audytu: (5 dni z uwzgl. ferii i świąt)	$w_t=$	**0,81**
Wskaźnik dobowego osłabienia ogrzewania na podst. Rozp. M.I. w spr. zakresu i formy audytu: (14 godz. przerwy)	$w_d=$	**0,90**

D. Ocena systemu wentylacji

Wentylacja w budynku naturalna, a w sali kominkowej grawitacyjna.
Okna skrzynkowe nieszczelne wsp. a=2. W związku z brakiem możliwości wymiany stolarki konieczna naprawa jej zawieszenia.
Budynek fragmentami osłonięty (częściowa ekspozycja na działanie wiatru).

F. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Przygotowanie CWU w szkole- elektryczne podgrzewacze przepływowe,
w Wozowni podgrzewacz wodno elektryczny 300l.

A. Ocena stanu technicznego budynku Wozowni

Ściany budynku z Porothermu P+W 11,5 są ocieplone wełną na gr. 10cm.. Ich własności termoizolacyjne są dobre:

U= 0,29 W/(m2•K)

Jednak opaska granitowa u dołu ścian pogarsza izolację cieplną budynku.
Stropy ostatniej kondygnacji i połacie dachowe budynku są ocieplone warstwą wełny 15cm..
Właściwości termoizolacyjne są niezadawalające. U= 0,33 W/(m2•K)
Okna drewniane jednokomorowe, szczelne. Ich właściwości termoizolacyjne, wyrażone współczynnikiem: U= 1,61 W/(m2•K)

B. Ocena kotłowni znajdującej się w budynku

W budynku Wozowni nie ma kotłowni. Budynek zasilany jest z kotłowni znajdującej się w szkole.

C. Ocena systemu grzewczego

Instalacja dwururowa miedziana - stan dobry; grzejniki płytowe stalowe.
Przygrzejnikowe zawory termostatyczne pozwalają na uzyskanie normowych temp.w pomieszczeniach oraz utrzymywanie ich na stałym poziomie.
Zastosowany indywidualny system odpowietrzania instalacji ogranicza nadmierne straty ciepła i ubytki czynnika grzewczego.

Średnia sezonowa sprawność wytwarzania ciepła	$\eta_{H,g=}$	**0,94**
Średnia sezonowa sprawność przesyłu (dystrybucji) ciepła	$\eta_{H,d=}$	**0,93**
Średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepła w elementach pojemnościowych systemu grzewczego	$\eta_{H,s=}$	**1,00**
Średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania ciepła	$\eta_{H,e=}$	**0,94**
Sprawność całkowita systemu grzewczego	$\eta_{H,tot=}$	**0,82**
Wskaźnik tygodniowego osłabienia ogrzewania na podst. Rozp. M.I. w spr. zakresu i formy audytu: budynek użytkowany kilkadziesiąt dni w roku	$w_t=$	**0,85**
Wskaźnik dobowego osłabienia ogrzewania na podst. Rozp. M.I. w spr. zakresu i formy audytu: budynek użytkowany przez kilka godz. / dzień	$w_d=$	**0,88**

D. Ocena systemu wentylacji

Wentylacja mechaniczna wywiewna włączana okresowo, zrealizowana na trzech wentylatorach. Okna szczelne wsp.a 0,5-1.
Budynek fragmentami osłonięty (częściowa ekspozycja na działanie wiatru).

F. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Przygotowanie CWU - Kocioł j.w. z podgrzewaczem wodno-el. 300l

Dane ogólne obiektu szkoły

Budynek podpiwniczony, czterokondygnacyjny.

Technologia tradycyjna murowana jednowarstwowa pełna cegła i stropy drewniane

Lp.	Nazwa	Oznacz.	Jednostka	Formuła lub uwagi	Wielkość
1	**Ilość kondygnacji nadziemnych**		**szt.**		**4**
2	**Ilośc klatek schodowych**		**szt.**		**2**
3	**Liczba mieszkań**		**szt.**		**0**
4	**Liczba użytkowników średnio**		**osób**		**300**
5	**Obliczeniowa temp. zewnętrzna (I strefa klim.)**	t_{zo}	**ºC**		**-16**
6	**Temperatury wewnętrzne pom. ogrzewanych**				
	.. pomieszczenia użytkowe	$\theta_{int,1}$	**ºC**		**20**
	..komunikacja	$\theta_{int,2}$	**ºC**		**16**
	..pom. użytkowe w piwnicach	$\theta_{int,3}$	**ºC**		**20**
	..pom. techn.	$\theta_{int,4}$	**ºC**		**16**
7	**Powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze (pom. ogrzewanych)**				
	.. pomieszczenia użytkowe kond. nadziemn.	$A_{f,1}$	m^2		**1783,00**
	..komunikacja	$A_{f,2}$	m^2		**561,00**
	..pom. użytkowe w piwnicach	$A_{f,3}$	m^2		**152,00**
	..pom. techn.	$A_{f,3}$	m^2		**58,00**
	- razem	A_f	m^2		**2554,00**
8	**Średnia ważona temperatura pomieszczeń o regulowanej temperaturze (pom. ogrzewanych)**	$\theta_{int,H}$	**ºC**		**19,03**
9	**Kubatura ogrzewanej części budynku (do określenia A/V_e)**	V_e	m^3	liczona wg wymiarów zewnętrznych	**16 100,00**
10	**Współczynnik kształtu A/V_e**	A/V_e	**1/m**		**0,34**
11	**Kubatura wentylowana**			liczona wg wymiarów wewnętrznych	
	.. pomieszczenia użytkowe	$V_{w,1}$	m^3		**7132**
	..komunikacja	$V_{w,2}$	m^3		**2244**
	..pom. użytkowe w piwnicach	$V_{w,3}$	m^3		**410**
	..pom. techn.	$V_{w,4}$	m^3		**157**
	- sumaryczna kubatura wentylowana budynku	V_w	m^3		**9943**
12	**wysokość pomieszczeń nadziemnych średnio**	**h**	**m**	**liczona wg wymiarów wewnętrznych**	**4**
13	**wysokość innych pomieszczeń (w piwnicach)**	**h**	**m**	**liczona wg wymiarów wewnętrznych**	**2,7**

Dane ogólne obiektu Wozowni

Budynek niepodpiwniczony, dwukondygnacyjny. Technologia "muru pruskiego" z wykorzystaniem pustaka typu Porotherm

Lp.	Nazwa	Oznacz.	Jednostka	Formuła lub uwagi	Wielkość
1	**Ilość kondygnacji**		**szt.**		**2**
2	**Ilośc klatek schodowych**		**szt.**		**1**
3	**Liczba mieszkań**		**szt.**		**0**
4	**Liczba użytkowników przeciętnie (3 pokoje noclegowe)**		**osób**		**5**
5	**Obliczeniowa temp. zewnętrzna (I strefa klim.)**	t_{zo}	**ºC**		**-16**
6	**Temperatury wewnętrzne pom. ogrzewanych**				
	..pomieszczenia użytkowe parteru	$\theta_{int,1}$	**ºC**		**20**
	..pomieszczenia użytkowe 1p	$\theta_{int,2}$	**ºC**		**20**
	..pomieszczenia nieużytkowe i gosp-tech	$\theta_{int,3}$	**ºC**		**16**
7	**Powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze (pom. ogrzewanych)**				
	..pomieszczenia użytkowe parteru	$A_{f,1}$	m^2		**292,00**
	..pomieszczenia użytkowe 1p	$A_{f,2}$	m^2		**105,00**
	..pomieszczenia nieużytkowe i gosp-tech	$A_{f,3}$	m^2		**156,00**
	- razem	A_f	m^2		**553,00**
8	**Średnia ważona temperatura pomieszczeń o regulowanej temperaturze (pom. ogrzewanych)**	$\theta_{int,H}$	**ºC**		**18,87**
9	**Kubatura ogrzewanej części budynku (do określenia A/V_e)**	V_e	m^3	liczona wg wymiarów zewnętrznych	**2 510,00**
10	**Współczynnik kształtu A/V_e**	A/V_e	**1/m**		**0,54**
11	**Kubatura wentylowana**			liczona wg wymiarów wewnętrznych	
	..pomieszczenia użytkowe parteru	$V_{w,1}$	m^3		**993**
	..pomieszczenia użytkowe 1p	$V_{w,2}$	m^3		**240**
	..pomieszczenia nieużytkowe i gosp-tech	$V_{w,3}$	m^3		**383**
	- sumaryczna kubatura wentylowana budynku	V_w	m^3		**1616**
12	**wysokość pomieszczeń użytkowych parteru**	**h**	**m**	**liczona wg wymiarów wewnętrznych**	**3,4**
13	**wysokość średnia pozostałych pomieszczeń**	**h**	**m**	**liczona wg wymiarów wewnętrznych**	**2,29**

Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wskazanych do oceny efektywności

Modernizacja systemu grzewczego i przygotowania CWU:

Usprawnienie nr 1 możliwe do realizacji

Instalacja pompy ciepła glikol/woda w układzie biwalentnym z istniejącym kotłem 285kW.
Włączenie nowego źródła do sieci c.o poprzez zasobnik buforowy.
Dolne gruntowe źródło ciepła w układzie pionowym (ok. 20 odwiertów).

Montaż z ustawieniem nastawy wstępnej zaworów termostatycznych wraz z głowicami do istniejących grzejników. Dodatkowe uzupełnienie o zawory powrotne.
Zdjęcie osłon z niektórych grzejników i zainstalowanie pod wszystkimi folii odbijającej promieniowanie podczerwone.
Cel: Poprawienie sprawności regulacji i wykorzystania oraz wytwarzania ciepła na potrzeby c.o. obu budynków a także CWU w Wozowni.

Modernizacje budowlane:

Usprawnienie nr 2 dot. tylko bud. szkoły możliwe do realizacji

Docieplenie warstwą wełny mineralnej stropów ostatniej kondygnacji.

Ze wzgledów techn. rozpatruje się tylko 1 wariant: wełna mineralna gr. 20cm. między belkami stropowymi. Uzyskane wł. cieplne zgodne z wymogami Rozp. M.I. o audycie term. U= 0,23
Technologia: Bezpośrednie ułożenie między belkami płyt lub maty z wełny gr. 20cm.
Wraz z dociepleniem stropu i wykonaniem podłogi z desek należy przewidzieć prace związane z usunięciem starej izolacji wraz z podpruchniałą podłogą w dobudowanej części budynku, oraz naprawę konstrukcji więźby dachowej, el. pokrycia połaci w celu zabezpieczenia przed przeciekami wody opadowej i groźbą katastrofy budowlanej.
Należy kategorycznie nie dopuszczać do zawilgocenia wełny bo nastąpi utrata jej wł. izolacyjnych.
W związku z tym, trzeba uzupełnić zalecane prace termomodernizacyjne o konieczne roboty remontowe poddasza.
Powierzchnia wg wym. zewn.: 860,00 [m2]

Ocena opłacalności ulepszenia termomodernizacyjnego (nr1) prowadzącego do zmniejszenia strat systemu grzewczego i CWU w bud. szkoły

Roczne zapotrzebowanie na ciepło przed
i po wykonaniu ulepszenia termomodernizacyjnego, [kWh]/rok,

Obliczenia: Bilans cieplny str.12-15

Ogrzewanie:		**CWU:**	
Q_{ou}=	544 377	Q_{ocw}=	22 593
Q_{1u}=	313 338	Q_{1cw}=	22 593

Opłata za 1l gazu przed i po wykonaniu ulepszenia termomodernizacyjnego [zł]/kWh:

O_{1z}= 0,32

Cena za 1 kWh en. elektrycznej łącznie z przesyłem [zł]

Oel= 0,68

Energia pomocnicza nowego źródła ciepła na cel ogrz. [kWh] : 3 269,12

Wartość rocznej oszczędności energii ogrzewania i CWU z uwzględnieniem en. pomocniczej nowego źródła ciepła [kWh]:

ΔO_U=	227 769,83	ΔO_{cw}=	0,00

Wartość rocznej oszczędności kosztów energii ogrzewania i CWU [zł]

ΔO_{rU}=	72 503,66 zł	ΔO_{rcw}=	0,00

Względne zmniejszenie zapotrzebowania energii na ogrzewanie budynku i CWU [%]

$\Delta Qu/Qu$=	41,84%	$\Delta Qcw/Qcw$=	0,00%

Nakłady inwestycyjne wg kalkulacji uproszczonej:			netto jednostkowo	VAT 23%	łącznie brutto
Pompa ciepla	szt.	1	103 226,00	23741,98	126 967,98
Instalacja dolnych źródeł	mb	2143	90,00	20,7	237 255,14
Osprzęt hydrauliczny kotłowni bufory, zespoły pompowe, itp..	szt.	1	40 000,00	9200	49 200,00
Robocizna montażu i uruchomienia	szt.	1	32 225,85	7411,946	39 637,80
Zawory termost. i powrotne z montażem redukcji	szt.	79	102,00	23,46	9 911,34
Głowice termostatyczne	szt.	110	39,00	8,97	5 276,70
Montaż samoprzylepnej folii odbijającej ciepło	szt.	141	60,00	13,8	10 405,80

Razem nakłady (N) **478 654,75**

Prosty czas zwrotu wydatków w latach: **SPBT=N/($\Delta Or_{U+}\Delta O_{rcw}$)=** 6,6

Ocena opłacalności ulepszenia termomodernizacyjnego (nr1) prowadzącego do zmniejszenia strat systemu grzewczego i CWU w bud. Wozowni

Roczne zapotrzebowanie na ciepło przed i po wykonaniu ulepszenia termomodernizacyjnego, [kWh]/rok,

Obliczenia: Bilans cieplny str.13a,14a,15a

Ogrzewanie:		**CWU:**	
Q_{ou}=	52 429	Q_{ocw}=	6 038
Q_{1u}=	33 086	Q_{1cw}=	1 586

Opłata za 1l gazu przed i po wykonaniu ulepszenia termomodernizacyjnego [zł]/kWh:

O_{1z}= 0,32

Cena za 1 kWh en. elektrycznej łącznie z przesyłem

Oel= 0,56

Energia pomocnicza nowego źródła ciepła na cel ogrz. [kWh] oszacowana na podst. Rozp.M.I. o metod. wykonywania świadectw energetycznych : 707,84

Wartość rocznej oszczędności energii ogrzewania i CWU [kWh] z uwzględnieniem en. pomocniczej nowego źródła ciepła:

ΔO_U=	18 634,70	ΔO_{cw}=	4451,53

Wartość rocznej oszczędności kosztów energii ogrzewania i CWU [zł]

ΔO_{rU}=	5 859,71 zł	ΔO_{rcw}=	2 372,79 zł

Względne zmniejszenie zapotrzebowania energii na ogrzewanie budynku i CWU [%]

ΔQu/Qu=	35,54%	Qcw/Qcw=	73,73%

Ocena opłacalności ulepszenia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia strat przenikania ciepła przez stropy w bud. szkoły

Współczynniki przenikania ciepła przed i po termomodernizacji stropu, [W/m^{2}K]:

$U_{str0=}$	1,48
$U_{str1=}$	0,23

Roczne zapotrzebowanie na ciepło, na potrzeby ogrzewania przed i po wykonaniu ulepszenia termomodernizacyjnego, [kWh]/rok:
Obliczenia Bilans cieplny str.12,13

Q_{ou}=	544 377
Q_{1u}=	473 599

Wartość rocznej oszczędności energii [kWh]:

ΔO_U=	70 777

Opłata za gaz przed i po wykonaniu ulepszenia termomodernizacyjnego [zł]/kWh:

O_{1z}= 0,32 zł

Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przenikania ciepła przed i po wykonaniu ulepszenia termomodernizacyjnego [kW],

q_{0u}=	291,6
q_{1u}=	261,5

Wartość rocznej oszczędności kosztów energii [zł]

ΔO_{rU}=	22 892,07 zł

Względne zmniejszenie zapotrzebowania energii na ogrzewanie budynku [%]

$\Delta Q/Q$=	13,00%

Nakłady:			netto jedn.	VAT 23%	łącznie brutto
Wyk. ocieplenia stropów wełną 20cm. - mat. i robocizna związana z naprawą konstrukcji i innymi koniecznymi pracami na stropie oraz połaci dachowej [zł] za 1m2 pow. :	[m2]	860,00	110	25,3	116 358,00
Razem nakłady (N)					116 358 zł

Prosty czas zwrotu wydatków w latach: **SPBT=N/($\Delta Or_{U+}\Delta O_{rcw}$)=** 5,1

TABELA 1. WYBRANE I ZOPTYMALIZOWANE ULEPSZENIA TERMOMODERNIZACYJNE ZMIERZAJĄCE DO ZMNIEJSZENIA ZAPOTRZEBOWANIA NA CIEPŁO BUD. SZKOŁY i WOZOWNI ŁĄCZNIE

L.p.	Rodzaj i zakres ulepszenia albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł.]	Roczne oszczędności kosztów energii [zł.]	Zmniejszenie zużycia energii [%]	SPBT- prosty czas zwrotu inwestycji [lata]
1	Modernizacja systemu grzewczego i ocieplenie stropu gr. izolacji term. 20cm.	595 012,75 zł	93 912,60 zł	46,6%	6,3
2	Modernizacja systemu grzewczego	478 654,75 zł	80 736,16 zł	40,1%	5,9

TABELA 2.ULEPSZENIE TERMOMODERNIZACYJNE SKŁADAJĄCE SIĘ NA OPTYMALNY WARIANT POPRAWIAJĄCY SPRAWNOŚĆ CIEPLNĄ SYSTEMU GRZEWCZEGO

Rodzaje ulepszeń termomodernizacyjnych w budynku szkoły	Wartości sprawności składowych η oraz wsp.w		Zmiana względem stanu przed termod. [%]
Wytwarzania ciepła, zainstalowano pompę ciepła o wsp. COP=3,3	**$\eta_{g=}$**	**1,57**	67%
Przesyłania ciepła,	$\eta_{d=}$	0,95	0%
Akumulacji ciepła, zainstalowano bufor ciepła	**$\eta_{s=}$**	**0,95**	-5%
Regulacji i wykorzystania ciepła, zainstalowano przy wszystkich grzejnikach zawory term. z głowicami i folię refleksową	**$\eta_{e=}$**	**0,91**	10%
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	w_t	0,81	0%
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w okresie doby	w_d	0,90	0%
Sprawność całkowita systemu grzewczego	**$\eta_g\eta_d\eta_s\eta_e$**	**1,29**	74%

Optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego dla bud. szkoły z Wozownią łącznie.

	Wybrano do realizacji wariant pozwalający zaoszczędzić największą ilość energii bez uwzględniania limitów finansowych (usprawnienie nr.1 i 2)	Koszt inwestycji [zł]
1	**Montaż pompy ciepła glikol/woda, oraz instalacja przygrzejnikowych zaworów i folii refleksowej :**	**478 654,75**
2	**Docieplenie stropów ostatnich kondygnacji w bud. szkoły 20 cm - wełna mineralna**	**116 358,00**

Planowane koszty całkowite [zł]		**595 012,75**
Roczna oszczędność kosztów ogrzewania [zł]:		**93 912,60**
w tym C.O.		**91 539,81**
w tym CWU		**2 372,79**
% zaoszczędzonej energii		**46,6%**

Opis techniczny wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji:

Usprawnienie nr 1

Instalacja pompy ciepła glikol/woda w układzie biwalentnym z istniejącym kotłem.
Woda grzewcza będzie akumulowana w zasobniku buforowym.

Moc nom. pompy ciepła [kW]: 92 Współcz. efektywności ciepln. COP= 3,3
Dł. pionowego dolnego źródła [m]: 2143
Pompa przejmie co najmniej 56% wytworzonej energii na potrzeby ogrzewania oraz 100% zapotrzebowania CWU w bud. Wozowni. Powyższe wynika z max podgrzania wody grzewczej do 55^{o}C dla pompy i 90^{o}C dla kotła oraz obliczeń obciążenia cieplnego dla najniższej temp. -0,3^{o}C (średniej miesięcznej w sezonie grzewczym).
Instalacja przygrzejnikowych zaworów termostat. z nastawami wstępnymi, zaworów powrotnych oraz samoprzylepnej folii odbijającej prom. podczerw.
Cel: Znaczące poprawienie przepływu wody c.o., sprawności wytwarzania ciepła i regulacji oraz wykorzystania ciepła.

Usprawnienie nr 2

a) Docieplenie stropu ostatniej kondygnacji budynku:
Zalecane (optymalne usprawnienie) 20 cm. gr. wełny [m2]:
Technologia: Bezpośrednie ułożenie płyt lub mat z wełny min..
Powierzchnia [m2]: 860,00

Cel: ograniczenie strat ciepła przez stropy ostatnich kondygnacji.

Bilans cieplny - określenie zapotrzebowania na energię użytkową przeznaczoną na ogrzewanie i wentylację $Q_{H,nd}$ po termomodernizacji

na podst. Rozporządzenia M.I. o met. wyk. świadectw en. budynków

1	Współczynnik strat ciepła przez przenikanie	$H_{tr\ [W/K]}$	4447,81
2	Współczynnik strat ciepła przez wentylację	Hve [W/K]	3016,69
3	Obciążenie cieplne pomieszczeń zyskami wewnętrznymi	$q_{int\ [W/m^2]}$	6,00
4	Powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze	$A_{f\ [m^2]}$	2554,00
5	Parametr numeryczny a_H	a_H	3,34

stan po modernizacji przegród

Lp.	Nazwa	Oznacz.	Jednostka	Formuła	Miesiące											
					I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	Średnia temperatura miesięczna	θ_e	°C	na podst. danych klim. dla m. Ustki	-0,3	0,2	3,3	5,1	9,7	14,4	16,2	16,4	12,9	9,3	5,2	2,1
2	Temperatura wewnętrzna	$\theta_{int,H}$	°C	Dane ogólne str.6	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0
3	Liczba godzin sez. grz. w miesiącu	t_M	h	5808	744	672	744	720	480				240	744	720	744
4	Straty ciepła przez przenikanie	Q_{tr}	kWh/m-c	$Q_{tr} = H_{tr} \cdot (\theta_{int,H} - \theta_e) \cdot t_M \cdot 10^{-3}$	63 968	56 283	52 055	44 611	19 920	0	0	0	6 544	32 200	44 291	56 026
5	Straty ciepła na wentylację	Q_{ve}	kWh/m-c	$Q_{ve} = H_{ve} \cdot (\theta_{int,H} - \theta_e) \cdot t_M \cdot 10^{-3}$	43 386	38 174	35 306	30 257	13 511	0	0	0	4 439	21 839	30 040	37 999
6	Sumaryczne straty ciepła	$Q_{H,ht}$	kWh/m-c	$Q_{H,ht} = Q_{tr} + Q_{ve}$	107 354	94 457	87 361	74 869	33 431	0	0	0	10 983	54 039	74 331	94 025
7	Zyski ciepła od promieniowania słonecznego	Q_{sol}	kWh/m-c	na podst. danych klim. dla m. Ustki	3 317	4 606	8 095	12 253	16 416	17 531	18 417	15 706	10 745	6 761	4 062	2 740
8	Wewnętrzne zyski ciepła	Q_{int}	kWh/m-c	$Q_{int} = q_{int} \cdot A_f \cdot t_M \cdot 10^{-3}$	11 401	10 298	11 401	11 033	7 356	0	0	0	3 678	11 401	11 033	11 401
9	Sumaryczne zyski ciepła	$Q_{H,gn}$	kWh/m-c	$Q_{H,gn} = Q_{sol} + Q_{int}$	14 718	14 904	19 496	23 286	23 772	17 531	18 417	15 706	14 423	18 162	15 095	14 141
10	Parametr γ_H	γ_H	---	γ_H = zyski/straty = $Q_{H,gn}/Q_{H,ht}$	0,14	0,16	0,22	0,31	0,71				1,31	0,34	0,20	0,15
11	Współczynnik efektywności wykorzystania zysków ciepła	$\eta_{H,gn}$	---	$\eta_{H,gn} = (1-\gamma_H^{aH})/(1-\gamma_H^{aH+1})$ przy $\gamma_H \neq 1$ $\eta_{H,gn} = a_H/(a_H+1)$ przy $\gamma_H = 1$	1,00	1,00	0,99	0,99	0,88				0,66	0,98	1,00	1,00
12	Zapotrzebowanie miesięczne na energię użytkową na ogrzewanie i wentylację	$Q_{H,nd,n}$	kWh/m-c	$Q_{H,nd,n} = Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} \cdot Q_{H,gn}$	92 652	79 579	67 966	51 907	12 501	0	0	0	1 518	36 195	59 295	79 906
13	**Zapotrzebowanie roczne na energię użytkową na ogrzewanie i wentylację $Q_{H,nd}$**			**$Q_{H,nd} = \sum Q_{H,nd,n}$ = 481 519 kWh/rok**												

Qtr= 375 899 kWh
Qve= 254 951 kWh

Bilans cieplny - określenie zapotrzebowania na energię użytkową przeznaczoną na ogrzewanie i wentylację $Q_{H,nd}$ przed termomodernizacją

na podst. Rozporządzenia M.I. o met. wyk. świadectw en. budynków

1	Współczynnik strat ciepła przez przenikanie	$H_{tr\ [W/K]}$		5308,84
2	Współczynnik strat ciepła przez wentylację	Hve [W/K]		3016,69
3	Obciążenie cieplne pomieszczeń zyskami wewnętrznymi	$q_{int\ [W/m^2]}$		6,00
4	Powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze	$A_{f\ [m^2]}$		2554,00
5	Parametr numeryczny a_H	a_H		3,10

stan przed modernizacją przegród

Lp.	Nazwa	Oznacz.	Jednostka	Formuła	Miesiące											
					I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	Średnia temperatura miesięczna	θ_e	°C	na podst. danych klim. dla m. Ustki	-0,3	0,2	3,3	5,1	9,7	14,4	16,2	16,4	12,9	9,3	5,2	2,1
2	Temperatura wewnętrzna	$\theta_{int,H}$	°C	Dane ogólne str.6	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0
3	Liczba godzin sez. grz. w miesiącu	t_M	h	5808	744	672	744	720	480				240	744	720	744
4	Straty ciepła przez przenikanie	Q_{tr}	kWh/m-c	$Q_{tr} = H_{tr} \cdot (\theta_{int,H} - \theta_e) \cdot t_M \cdot 10^{-3}$	76 351	67 179	62 132	53 248	23 776	0	0	0	7 811	38 433	52 865	66 872
5	Straty ciepła na wentylację	Q_{ve}	kWh/m-c	$Q_{ve} = H_{ve} \cdot (\theta_{int,H} - \theta_e) \cdot t_M \cdot 10^{-3}$	43 386	38 174	35 306	30 257	13 511	0	0	0	4 439	21 839	30 040	37 999
6	Sumaryczne straty ciepła	$Q_{H,ht}$	kWh/m-c	$Q_{H,ht} = Q_{tr} + Q_{ve}$	119 737	105 352	97 438	83 505	37 287	0	0	0	12 250	60 273	82 906	104 871
7	Zyski ciepła od promieniowania słonecznego	Q_{sol}	kWh/m-c	na podst. danych klim. dla m. Ustki	3 317	4 606	8 095	12 253	16 416	17 531	18 417	15 706	10 745	6 761	4 062	2 740
8	Wewnętrzne zyski ciepła	Q_{int}	kWh/m-c	$Q_{int} = q_{int} \cdot A_f \cdot t_M \cdot 10^{-3}$	11 401	10 298	11 401	11 033	7 356	0	0	0	3 678	11 401	11 033	11 401
9	Sumaryczne zyski ciepła	$Q_{H,gn}$	kWh/m-c	$Q_{H,gn} = Q_{sol} + Q_{int}$	14 718	14 904	19 496	23 286	23 772	17 531	18 417	15 706	14 423	18 162	15 095	14 141
10	Parametr γ_H	γ_H	---	γ_H = zyski/straty = $Q_{H,gn}/Q_{H,ht}$	0,12	0,14	0,20	0,28	0,64				1,18	0,30	0,18	0,13
11	Współczynnik efektywności wykorzystania zysków ciepła	$\eta_{H,gn}$	---	$\eta_{H,gn} = (1-\gamma_H^{aH})/(1-\gamma_H^{aH+1})$ przy $\gamma_H \neq 1$ $\eta_{H,gn} = a_H/(a_H+1)$ przy $\gamma_H = 1$	1,00	1,00	0,99	0,99	0,89				0,69	0,98	1,00	1,00
12	Zapotrzebowanie miesięczne na energię użytkową na ogrzewanie i wentylację	$Q_{H,nd,n}$	kWh/m-c	$Q_{H,nd,n} = Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} \cdot Q_{H,gn}$	105 038	90 478	78 048	60 540	16 048	0	0	0	2 278	42 421	67 873	90 755
13	**Zapotrzebowanie roczne na energię użytkową na ogrzewanie i wentylację $Q_{H,nd}$**				**$Q_{H,nd} = \sum Q_{H,nd,n} =$ 553 480 kWh/rok**											

Qtr= 448 668 kWh
Qve= 254 951 kWh

Bilans cieplny - określenie zapotrzebowania na energię użytkową przeznaczoną na ogrzewanie i wentylację $Q_{H,nd}$ dla bud. Wozowni

na podst. Rozporządzenia M.I. o met. wyk. świadectw en. budynków

1	Współczynnik strat ciepła przez przenikanie	$H_{tr\ [W/K]}$		578,11
2	Współczynnik strat ciepła przez wentylację	Hve [W/K]		418,36
3	Obciążenie cieplne pomieszczeń zyskami wewnętrznymi	$q_{int\ [W/m^2]}$		3,00
4	Powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze	$A_{f\ [m^2]}$		553,00
5	Parametr numeryczny a_H	a_H		4,80

Lp.	Nazwa	Oznacz.	Jednostka	Formuła	Miesiące											
					I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	Średnia temperatura miesięczna	θ_e	°C	na podst. danych klim. dla m. Ustki	-0,3	0,2	3,3	5,1	9,7	14,4	16,2	16,4	12,9	9,3	5,2	2,1
2	Temperatura wewnętrzna	$\theta_{int,H}$	°C	Dane ogólne str.6	18,9	18,9	18,9	18,9	18,9	18,9	18,9	18,9	18,9	18,9	18,9	18,9
3	Liczba godzin sez. grz. w miesiącu	t_M	h	5808	744	672	744	720	480				240	744	720	744
4	Straty ciepła przez przenikanie	Q_{tr}	kWh/m-c	$Q_{tr} = H_{tr} \cdot (\theta_{int,H} - \theta_e) \cdot t_M \cdot 10^{-3}$	8 246	7 254	6 698	5 732	2 545	0	0	0	829	4 117	5 691	7 214
5	Straty ciepła na wentylację	Q_{ve}	kWh/m-c	$Q_{ve} = H_{ve} \cdot (\theta_{int,H} - \theta_e) \cdot t_M \cdot 10^{-3}$	5 967	5 249	4 847	4 148	1 842	0	0	0	600	2 979	4 118	5 220
6	Sumaryczne straty ciepła	$Q_{H,ht}$	kWh/m-c	$Q_{H,ht} = Q_{tr} + Q_{ve}$	14 213	12 503	11 544	9 881	4 387	0	0	0	1 428	7 096	9 809	12 434
7	Zyski ciepła od promieniowania słonecznego	Q_{sol}	kWh/m-c	na podst. danych klim. dla m. Ustki	938	1 303	2 309	3 554	4 845	5 180	5 403	4 602	3 116	1 919	1 124	808
8	Wewnętrzne zyski ciepła	Q_{int}	kWh/m-c	$Q_{int} = q_{int} \cdot A_f \cdot t_M \cdot 10^{-3}$	1 234	1 115	1 234	1 194	796	0	0	0	398	1 234	1 194	1 234
9	Sumaryczne zyski ciepła	$Q_{H,gn}$	kWh/m-c	$Q_{H,gn} = Q_{sol} + Q_{int}$	2 172	2 417	3 543	4 749	5 642	5 180	5 403	4 602	3 514	3 153	2 319	2 042
10	Parametr γ_H	γ_H	---	γ_H = zyski/straty = $Q_{H,gn}/Q_{H,ht}$	0,15	0,19	0,31	0,48	1,29				2,46	0,44	0,24	0,16
11	Współczynnik efektywności wykorzystania zysków ciepła	$\eta_{H,gn}$	---	$\eta_{H,gn} = (1-\gamma_H^{aH})/(1-\gamma_H^{aH+1})$ przy $\gamma_H \neq 1$ $\eta_{H,gn} = a_H/(a_H+1)$ przy $\gamma_H = 1$	1,00	1,00	1,00	0,98	0,71				0,40	0,99	1,00	1,00
12	**Zapotrzebowanie miesięczne na energię użytkową na ogrzewanie i wentylację**	**$Q_{H,nd,n}$**	**kWh/m-c**	**$Q_{H,nd,n} = Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} \cdot Q_{H,gn}$**	**12 042**	**10 086**	**8 010**	**5 206**	**380**	**0**	**0**	**0**	**11**	**3 979**	**7 492**	**10 392**
13	**Zapotrzebowanie roczne na energię użytkową na ogrzewanie i wentylację $Q_{H,nd}$**				**$Q_{H,nd} = \sum Q_{H,nd,n} =$**			**57 598**	**kWh/rok**					**Qtr=**	**48 325**	**kWh**
														Qve=	**34 971**	**kWh**

Określenie zapotrzebowania na energię końcową - ogrzewanie bud. szkoły

	$Q_{K,H} = Q_{H,nd} / \eta_{H,tot}$				po modernizacji przegród i źródła ciepła	przed modernizacją
Lp.	**Nazwa**	**Oznacz.**	**Jednostka**	**Formuła**	**Wartość**	**Wartość**
1	Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową	$Q_{H,nd}$	kWh/rok	Wynika z Bilansu cieplnego str.12, 13	481 518,71	553 479,62
2	Sprawność całkowita systemu grzewczego	$\eta_{H,tot}$	---	$\eta_g\eta_d\eta_s\eta_e$	1,29	0,74
3	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową na potrzeby ogrzewania i wentylacji	$Q_{K,H}$	kWh/rok	$Q_{K,H} = Q_{H,nd} / \eta_{H,tot}$	373 935,65	746 744,58
4	Łączne osłabienie ogrzewania (dobowe + tygodniowe)				0,73	0,73
5	**Roczne zapotrzebowanie na energię końcową na potrzeby ogrzewania i wentylacji po uwzg. osłabienia ogrzewania**		**kWh/rok**		**272 599,09**	**544 376,80**

Określenie zapotrzebowania na energię końcową - ogrzewanie bud. Wozowni

	$Q_{K,H} = Q_{H,nd} / \eta_{H,tot}$				po modernizacji źródła ciepła	przed modernizacją
Lp.	**Nazwa**	**Oznacz.**	**Jednostka**	**Formuła**	**Wartość**	**Wartość**
1	Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową	$Q_{H,nd}$	kWh/rok	Wynika z Bilansu cieplnego str. 13a	57 597,71	57 597,66
2	Sprawność całkowita systemu grzewczego	$\eta_{H,tot}$	---	$\eta_g\eta_d\eta_s\eta_e$	1,30	0,82
3	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową na potrzeby ogrzewania i wentylacji	$Q_{K,H}$	kWh/rok	$Q_{K,H} = Q_{H,nd} / \eta_{H,tot}$	44 232,67	70 091,64
4	Łączne osłabienie ogrzewania (dobowe + tygodniowe)				0,75	0,75
5	**Roczne zapotrzebowanie na energię końcową na potrzeby ogrzewania i wentylacji po uwzg. osłabienia ogrzewania**		**kWh/rok**		**33 086,03**	**52 428,54**

Określenie zapotrzebowania na energię na potrzeby przygotowania ciepłej wody bud. szkoły

	na podst. Rozporządzenia M.I. o met. wyk. świadectw en. budynków			stan po modernizacji		stan przed modernizacją	
Lp.	**Nazwa**	**Oznacz.**	**Jednostka**	**Wartość**	**Uwagi - podstawa przyjętych wielkości**	**Wartość**	**Uwagi - podstawa przyjętych wielkości**
1	Ciepło właściwe wody	c_w	kJ/kg · °C	4,19		4,19	
2	Gęstość wody ρ_w	ρ_w	kg/m^3	1000		1000	
3	Temperatura wody ciepłej	θ_{cw}	°C	55		55	
4	Temperatura wody zimnej	θ_o	°C	10		10	
5	Sprawność podstawowego źródła ciepła do przygotowania c.w.u.	$\eta_{W,g}$	-	0,99	podgrzewacze przepływowe	0,99	podgrzewacze przepływowe
6	Sprawność przesyłu ciepłej wody do zaworów czerpalnych	$\eta_{W,d}$	-	1,00		1,00	
7	Sprawność akumulacji ciepła w systemie c.w.u.	$\eta_{W,s}$	-	1,00		1,00	
8	Sprawność wykorzystania	$\eta_{W,e}$	-	1,00	zawsze równa 1,00	1,00	zawsze równa 1,00
9	Współczynnik korekcyjny temperatury	k_t		1,00	woda podgrzewana do temperatury 55ºC	1,00	woda podgrzewana do temperatury 55ºC
10	Liczba użytkowników	L	osób	300	przenosi się z arkusza Dane ogólne str.6	300	przenosi się z arkusza Dane ogólne str.6
11	Jednostkowe zużycie dobowe na 1 użytkownika	V_{cw}	dm^3/osobę·dobę	7,80	na podst. Rozporządzenia M.I. o met. wyk. świadectw en. budynków	7,80	na podst. Rozporządzenia M.I. o met. wyk. świadectw en. budynków
12	Czas użytkowania 365 dni	t_{uz}	doba	182,5	zmniejsza się o 50% ze względu na przerwy feryjne sob. niedz. itp.	182,5	zmniejsza się o 50% ze względu na przerwy feryjne sob. niedz. itp.
13	Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego na przygotowanie c.w.u. $Q_{w,nd} = V_{cw} \cdot L \cdot c_w \cdot \rho_W \cdot (\theta_{cw}-\theta_o) \cdot k_t \cdot t_{uz} /(1000 \cdot 3600)$	$Q_{w,nd}$	kWh/a	22366,7		22366,7	
21	Całkowita sprawność głównego systemu przygot. c.w.u. $\eta_{w,tot} = \eta_{w,g} \cdot \eta_{W,d} \cdot \eta_{w,s} \cdot \eta_{w,e}$	$\eta_{W,tot}$	-	0,99		0,99	
22	Roczne zapotrzebowanie energii końcowej na potrzeby przygot. c.w.u. $Q_{K,W} = Q_{w,nd} / \eta_{W,tot}$	$Q_{K,W}$	kWh/a	22 592,67		22 592,67	
23	**Maksymalne zapotrzebowanie mocy na przygotowanie CWU**	**$q_{h\,max}$**	**kW**	**28,40**	**$q_{h\,max}=9{,}32 \cdot Q_{w,nd} \cdot L^{-0{,}244}/18h/t_{uz}$**	**28,40**	

Określenie zapotrzebowania na energię na potrzeby przygotowania ciepłej wody bud. Wozowni

	na podst. Rozporządzenia M.I. o met. wyk. świadectw en. budynków			stan po modernizacji		stan przed modernizacją		
Lp.	**Nazwa**	**Oznacz.**	**Jednostka**	**Wartość**	**Uwagi - podstawa przyjętych wielkości**	**wartość gaz**	**wartość prąd el.**	**Uwagi - podstawa przyjętych wielkości**
1	Ciepło właściwe wody	c_w	kJ/kg · °C	4,19		4,19	4,19	
2	Gęstość wody ρ_w	ρ_w	kg/m^3	1000		1000	1000	
3	Temperatura wody ciepłej	θ_{cw}	°C	55		55	55	
4	Temperatura wody zimnej	θ_o	°C	10		10	10	
5	Sprawność podstawowego źródła ciepła do przygotowania c.w.u.	$\eta_{W,g}$	-	3,60	pompa ciepła	0,90	0,97	Kocioł z zamkniętą komorą spalania
6	Sprawność przesyłu ciepłej wody do zaworów czerpalnych	$\eta_{W,d}$	-	0,93		0,93	0,93	
7	Sprawność akumulacji ciepła w systemie c.w.u.	$\eta_{W,s}$	-	0,90	zasobnik 300l	0,90	0,90	zasobnik 300l
8	Sprawność wykorzystania	$\eta_{W,e}$	-	1,00	zawsze równa 1,00	1,00	1,00	zawsze równa 1,00
9	Współczynnik korekcyjny temperatury	k_t		1,00	woda podgrzewana do temperatury 55ºC	1,00	1,00	woda podgrzewana do temperatury 55ºC
10	Liczba użytkowników (gości noclegowych średnio)	L	osób	5	przenosi się z arkusza Dane ogólne str.6a	5		przenosi się z arkusza Dane ogólne str.6a
11	Jednostkowe zużycie dobowe na 1 użytkownika	V_{cw}	dm^3/osobę·dobę	50,00	dla 3 pokoi noclegowych jak w pensjonatach	50,00		dla 3 pokoi noclegowych jak w pensjonatach
12	Czas użytkowania 365 dni	t_{uz}	doba	365,0		365,0		
13	Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego na przygotowanie c.w.u. $Q_{w,nd} = V_{cw} \cdot L \cdot c_w \cdot \rho_W \cdot (\theta_{cw}-\theta_o) \cdot k_t \cdot t_{uz} /(1000 \cdot 3600)$	$Q_{w,nd}$	kWh/a	4779,2		4779,2		
21	Całkowita sprawność głównego systemu $\eta_{w,tot} = \eta_{w,g} \cdot \eta_{W,d} \cdot \eta_{w,s} \cdot \eta_{w,e}$	$\eta_{W,tot}$	-	3,01		0,75	0,81	
22	Roczne zapotrzebowanie energii końcowej na potrzeby przygot. c.w.u. $Q_{K,W} = Q_{w,nd} / \eta_{W,tot}$	$Q_{K,W}$	kWh/a	1 586,09		2 094	3 944	
23	**Maksymalne zapotrzebowanie mocy na przygotowanie CWU**	**$q_{h\,max}$**	**kW**		**$q_{h\,max}=9{,}32 \cdot Q_{w,nd} \cdot L^{-0{,}244}/18h/t_{uz}$**	**7,14**		**dla maksymalnie 9 os.**