

European Institute of Environmental Energy
POLAND, Ltd

00-791 WARSZAWA
UL. CHOCIMSKA 31/9



AUDYT ENERGETYCZNY

PAŁACU
IM KRASIŃSKICH
W WARSZAWIE



Wykonawca:

mgr inż. Ryszard Szablowski

Audytora energetyczny KAPE nr 0116

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Obiekt użyteczności publicznej.		1.2 Rok ukończenia budowy
1.3 Właściciel lub zarządca (nazwa lub imię i nazwisko, adres)	Biblioteka Narodowa . Al. Niepodległości 213 02-086 Warszawa	1.4 Adres budynku	Plac Krasińskich 3/5 Warszawa
2. Nazwa, nr REGON i adres firmy wykonującej audyt: European Institute of Energy Poland ltd. ul. Chocimska 31/9 ; 00-791 Warszawa Regon 010659642			
3. Imię i nazwisko, nr PESEL oraz adres audytora , posiadane kwalifikacje, podpis: mgr inż. Ryszard Szablowski ; 49060200016 ; 02-781 Warszawa , ul. Pileckiego 114 m. 4 audytorka KAPE 0116			
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...Warszawa..data wykonania opracowania: grudzień 2012.			
6. Spis treści:			
1. Strony tytułowe 2. Karta audytu energetycznego 3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budowlanego budynku 4. Inwentaryzacja techniczno - budowlana budynku 5. Ocena stanu technicznego budynku 6. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych 7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego 8. Opis optymalnego wariantu			

AUDYTOR ENERGETYCZNY
mgr inż. Ryszard Szablowski
z listy KAPE nr 0116
02-781 Warszawa, ul. Pileckiego 114

2. Karta audytu energetycznego budynku ^{*)}

1. Dane ogólne			
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	
2.	Liczba kondygnacji	4+1	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	19358,5	
4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]		
5.	Powierzchnia ogrzewana [m ²]	4302,5	
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych [m ²]	-	
7.	Liczba pracowników	56	
8.	Sposób przygotowania ciepłej wody	miejscowo	
9.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	Centralnie, pompy	
10.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,61	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
[W/(m ² K)]			
1.	Ściany zewnętrzne	0,84; 0,76	0,84; 0,76
2.	Strop poddasza	0,77	0,22
3.	Okna,	2,80	1,50
4.	Drzwi	5,60	5,60
3. Sprawności składowe systemu ogrzewania			
1.	Sprawność wytwarzania	0,95	0,95
2.	Sprawność przesyłania	0,97	0,97
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,86	0,93
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia	1	1
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1	0,95
4. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	Natural	Natural
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	Okna/ kanały	Okna/kanały
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego grawit. [m ³ /h]	14532	13080
4.	Liczba wymian [1/h]	0,8	0,7
5. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	397,67	356,42
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	1,70	1,70
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]	3059,82	2538,44
4.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]	3860,97	2700,16
5.	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania cwu [GJ/rok]	24,5	24,5
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego i na przygotowanie cwu (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	Brak danych	
7.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/(m ² rok)]	197,5	163,9
8.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/(m ² rok)]	249,2	174,3

9.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/(m ³ rok)]	55,4	38,7
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Opłata za 1 GJ na ogrzewanie **) [zł]	34,35	34,35
2.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ***)) [zł]	7266,51	7266,51
3.	Opłata za podgrzanie 1 m ³ wody użytkowej **) [zł]	31,50	31,50
4.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc ***)) [zł]	-	-
5.	Opłata za ogrzanie 1 m ² pow. Użytkowej miesięcznie [zł]	-	-
6.	Inne - Opłata abonamentowa na miesiąc [zł]	-	-
7.	Inne- Opłata za 1 GJ za podgrzanie wody użytkowej [zł]	165,37	165,37
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego .			
Planowana suma kredytu [zł]	-	Zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	29,9
Planowane koszty całkowite [zł]	1218070	premia termomodernizacyjna	-
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	43470		
*) - 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			

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

3.1. Dokumentacja projektowa:

Inwentaryzacja Pałacu Krasińskich w Warszawie , Plac Krasińskich – K2 Architekci Marta Rembiś
mgr inż. arch. Marcin Krysiak, mgr inż. Wojciech Kubik . Warszawa 2006 – grudzień 2006.

3.2. Inne dokumenty:

- Normy i rozporządzenia:
 - Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów - Dz. U. Nr.223, poz.1459. Dalej zwana *Ustawą termomodernizacyjną*.
 - Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. Dalej zwane *Rozporządzeniem dot. audytów termomodernizacyjnych*.
 - Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej. Dalej zwane *Rozporządzeniem dot. świadectw energetycznych*.
 - Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r (wraz z późniejszymi zmianami) w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie" (Dz. U. Nr 75, poz. 690); ostatnia zmiana z dn. 6 listopada 2008 r. Dalej zwane *Warunkami Technicznymi*.
 - Polska Norma PN-EN-ISO 6946:2008 "Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń".
 - PN-EN ISO 13370 "Właściwości cieplne budynków - Wymiana ciepła przez grunt - Metody obliczania"
 - PN-EN ISO 14683 "Mostki cieplne w budynkach - Liniowy współczynnik przenikania ciepła - Metody uproszczone i wartości orientacyjne"
 - Polska Norma PN-EN 12831:2006 „Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego”.

3.3. Osoby udzielające informacji:

- inż. Grażyna Chmarra – Administracja .

3.4. Data wizji lokalnej:

Listopad 2012

4. Inwentaryzacja techniczno - budowlana budynku

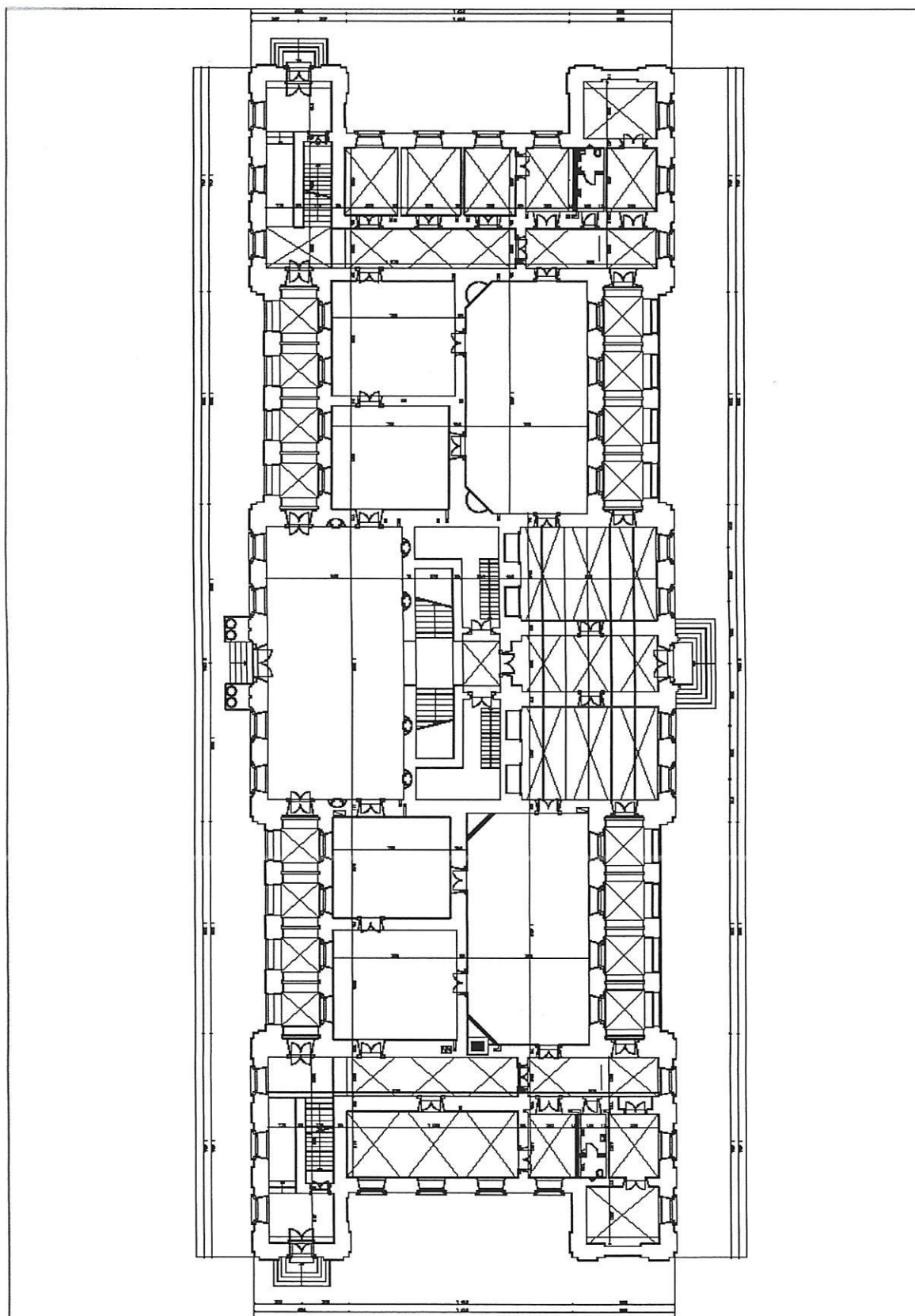
4.a Ogólne dane o budynku

Identyfikator budynku	
Własność	prywatna spółdzielcza X <input type="checkbox"/> gminna
Przeznaczenie budynku	Mieszkalny <input type="checkbox"/> mieszkalno-usługowy <input type="checkbox"/> inny; budynek użyteczności publicznej
Adres	
Miejscowość	Warszawa Plac Krasińskich 3/5
Budynek	X <input type="checkbox"/> wolno stojący <input type="checkbox"/> bliźniak <input type="checkbox"/> segment w zabudowie szeregowej <input type="checkbox"/> blok mieszkalny wielorodzinny

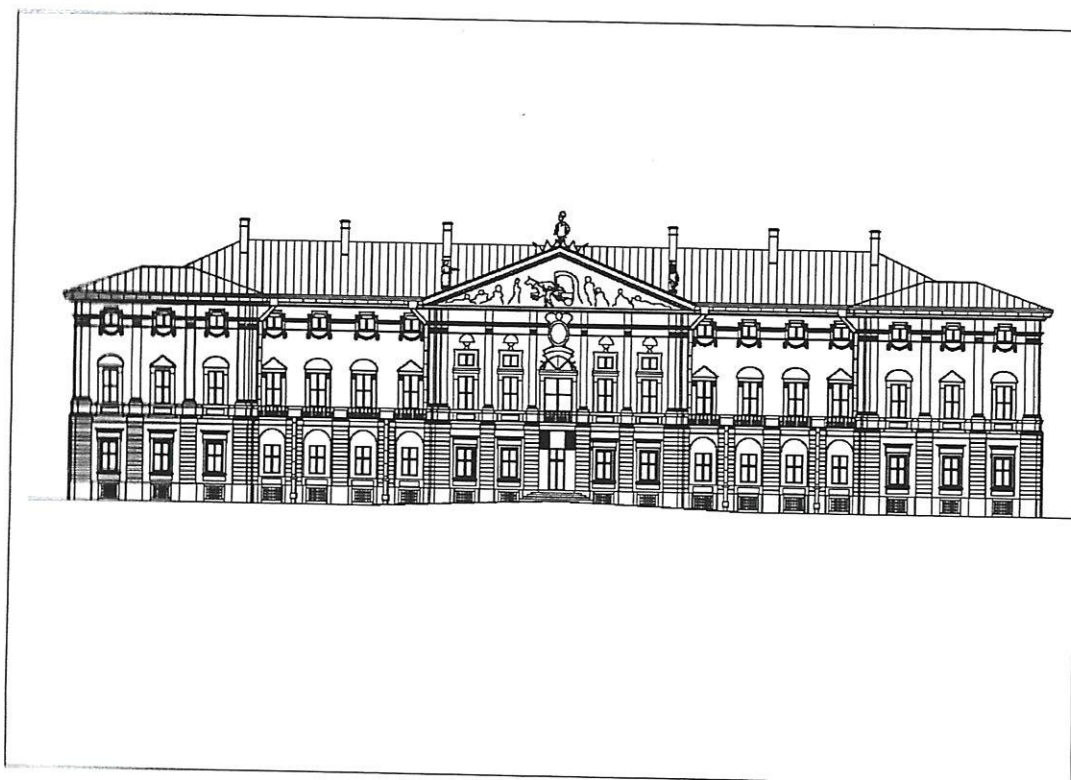
Ok budowy		Rok oddania do użytku	zabytek
Technologia budynku	<input type="checkbox"/> UW-2Ż - Cegła Żerańska <input type="checkbox"/> RWB <input type="checkbox"/> BSK RBM-73 <input type="checkbox"/> RWP-75		
PBU-59 <input type="checkbox"/> PBU-62 <input type="checkbox"/> UW 2-J <input type="checkbox"/> WUF-62 <input type="checkbox"/> WUF-T <input type="checkbox"/> OWT-67 <input type="checkbox"/> OWT-75 <input type="checkbox"/> "Szczecin"			
W-70 <input type="checkbox"/> Wk-70 <input type="checkbox"/> SBM-75 <input type="checkbox"/> ZSBO <input type="checkbox"/> "Stolica" <input type="checkbox"/> monolit <input type="checkbox"/> ramowa ; rama H			
szkieletowa <input type="checkbox"/> inna - określić: tradycyjna			
Powierzchnia zabudowana ¹⁾ [m ²]	1694,6	11. Liczba klatek schodowych	-
Kubatura budynku ²⁾ [m ³]	32937,0	12. Liczba kondygnacji	4+1
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, logii i galerii [m ³]	19358,5	13. Wysokość kondygnacji w świetle [m]	3,70
Powierzchnia użytkowa ¹⁾ [m ²]	4302,5	14. Liczba pracowników	56
Powierzchnia korytarzy [m ²]	-	15. Liczba uczniów	-
Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym [m ²] (podać przeznaczenie pomieszczeń)	-	16. Liczba mieszkań o powierzchni < 50 m ²	-
Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy [m ²] pomieszczenia techniczne (podać przeznaczenie pomieszczeń)	-	17. Liczba mieszkań o powierzchni 50-100 m ²	-
Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (usługi, sklepy, itp.) [m ²]	-	18. Liczba mieszkań o powierzchni > 100 m ²	-
Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku [m ²] (4+5+6+7+8)	4302,5	19. Liczba mieszkań z WC w łazience	-
Budynek podpiwniczony	tak	20. Liczba mieszkań z WC osobno	-

¹⁾ wg PN-70/B-02365 Powierzchnia budynków. Podział, określenia i zasady obmiaru.²⁾ wg PN-69/B-02360 Kubatura budynków. Zasady obliczania.

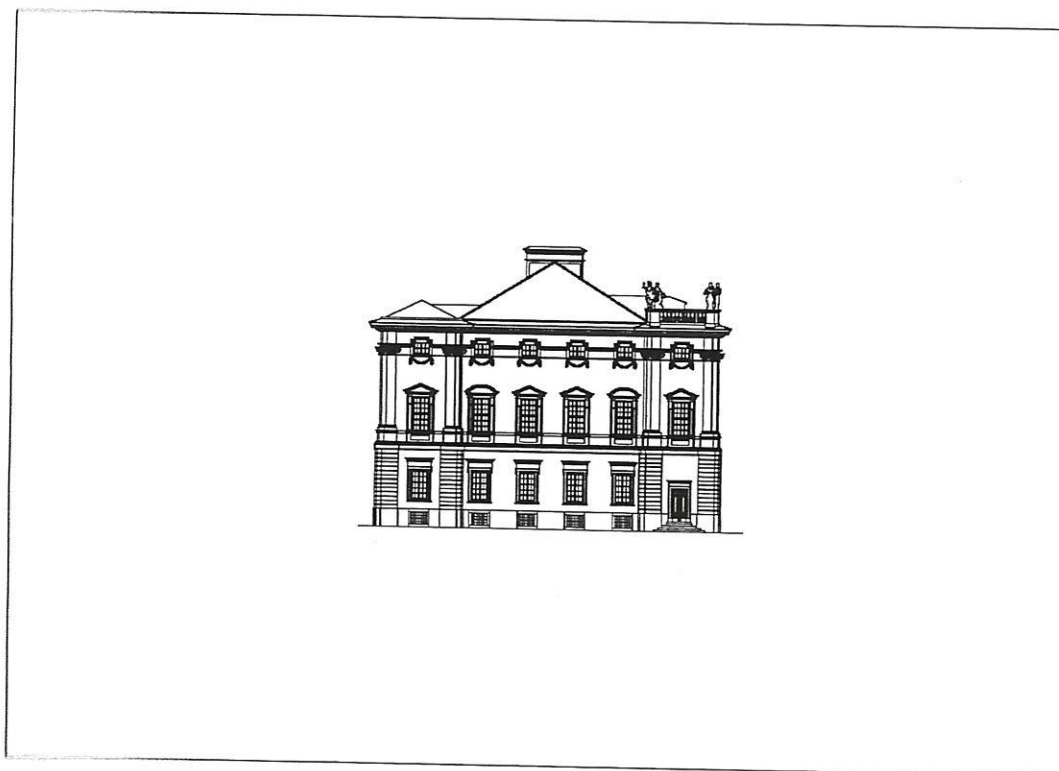
Rzut parteru :



Elewacje budynku / frotowa/



boczna



4 c. Opis techniczny budynku

Audyt energetyczny dotyczy budynku pałacowego z końca siedemnastego wieku jest dziełem architekta Tylmana z Gameren . Podczas wojny budynek został zniszczony i spalony . Po wojnie został odbudowany . Obecnie jest własnością Biblioteki Narodowej . W budynku znajdują się zbiory Żaluskich i Rapperswiskiej oraz księgozbiór Biblioteki Wilanowskiej. Budynek zabytkowy pod konserwatorem zabytków wybudowany w technologii tradycyjnej w stylu barokowym . Ściany zewnętrzne murowane otynkowane o zmiennej grubości . Bryła budynku symetryczna posiada cztery naroża . Dach budynku drewniany kryty miedzianą blachą . Poddasze budynku wysokie nie użytkowe . Budynek całkowicie podpiwniczony , ściany przy gruncie wykazują ślady zawilgocenia . W piwnicach budynku zlokalizowano część magazynowa i pomieszczenia gospodarcze i techniczne . Piwnice ogrzewane . Instalacja centralnego ogrzewania zasilana z węzła cieplnego jednofunkcyjnego zlokalizowanego w podpiwniczeniu budynku. Stolarka okienna i drzwiowa drewniana dwuskrzydłowa z uwagi na zły stan techniczny kwalifikuje się do wymiany. Instalacja centralnego ogrzewania tradycyjna wyposażona w grzejniki żeliwne członowe wyposażona częściowo w zawory termostatyczne . W budynku brak centralnej instalacji ciepłej wody użytkowej . Podgrzew wody w pomieszczeniach sanitariatów odbywa się w termach elektrycznych .

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych.

Lp	Opis	Położenie	Pow.do obl. strat ciepła	U_K W/(m ² ·K.)	Pow. okna m ²	U. okien W/(m ² ·K.)	Pow drzwi m ²	U. drzwi W/(m ² ·K.)
1	Ściany zewnętrzne	N	1401,1	0,84;0,76	381,3	2,80	10,8	5,60
2	Ściany zewnętrzne	E	383,8	0,84;0,76				
3	Ściana zewnętrzna	S	1401,1	0,84;0,76				
4	Ściany zewnętrzne	W	383,8	0,84;0,76				
5	Strop poddasza	H	1354,3	0,77				
6	Podłoga piwnic		1149,2	0,17				

4.d Charakterystyka energetyczna budynku

L.p.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Zamówiona moc cieplna dla potrzeb c.o. q_{moc}	381,5 kW
2	Moc cieplna dla potrzeb c.w.u. .	- kW
3	Zapotrzebowanie na moc cieplną na c.o. q	397,67 kW
4	Zapotrzebowanie na moc cieplną na c.w.u.	1,70 kW
5	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania Q_H	3059,82 GJ
6	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzgl. sprawności systemu ogrzewania Q_S	3860,97 GJ
6	Taryfa opłat (z VAT): Opłata stała (za moc zamówioną + za przesył) miesięcznie zł/MW Opłata zmienna (za ciepło + za przesył) wg licznika zł/GJ Opłata abonamentowa miesięcznie zł	7266,51 34,35 -

4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

L.p.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Typ instalacji	Ciepło dostarczane z węzła cieplnego zlokalizowanego w podpiwniczeniu budynku . Instalacja dwururowa pompowa z rozdziałem dolnym.
2	Parametry pracy instalacji	80 C /60 °C
3	Przewody w instalacji	Stalowe, czarne, spawane, prowadzone po wierzchu , zaizolowane . Stan techniczny średni..
4	Rodzaje grzejników	żeliwne
5	Oslonięcie grzejników	Nie
6	Zawory termostatyczne	częściowo
7	Zabezpieczenie	Naczynie wzbiornicze , ciśnieniowe.
8	Liczba dni ogrzewania w tygodniu/ liczba godzin na dobę	7 / 24
9	Modernizacja instalacji po 1984 roku	tak

4e1 Tabela współczynników sprawności instalacji grzewczej

L.p.	Opis	Wartości współczynników sprawności	
1	Wytwarzanie ciepła / węzeł cieplny bez obudowy o mocy powyżej 300,0 kW/ .	η_g	0,95
2	Przesyłanie ciepła /węzeł cieplny zlokalizowany w pomieszczeniach piwnic budynku , ogrzewanych. /	η_d	0,97
3	Regulacja i wykorzystania ciepła / instalacja wodna z grzejnikami żeliwnymi wyposażonymi częściowo w zawory termostatyczne ./	η_e	0,86
4	Akumulacja ciepła / brak zasobnika buforowego/	η_s	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_e \cdot \eta_s =$	η_{tot}	0,7925
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia – bez przerw	w_t	1,00
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	w_d	1,00

4 f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

L.p.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Rodzaj instalacji	miejscowa
2	Przewody	brak
3	Zbiornik akumulacyjny	brak
4	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	brak

4 g. Charakterystyka węzła ciepłego w budynku

Budynek ogrzewany z węzła ciepłego jednofunkcyjnego o mocy powyżej 381,5 kW zasilanego z sieci miejskiej SPEC / DALKIA / . Węzeł ciepły wyposażony w układ automatyki pogodowej .

4 h. Charakterystyka systemu wentylacji

L.p.	Rodzaj danych	Rodzaj danych
1	Rodzaj instalacji	Grawitacyjna
2	Strumień powietrza wentylacyjnego m^3/h	14532

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku .**5.1 Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku**

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku głównego jest dobry . Stolarka okienna i drzwiowa jest w złym stanie do wymieniony. Dach budynku drewniany kryty miedzianą blachą po remoncie. Strop poddasza nie użytkowego nie ocieplony . Budynek nie spełnia wymagań dotyczących maksymalnej wartości wskaźnika E sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania w standardowym sezonie grzewczym, gdyż przegrody zewnętrzne mają niską izolacyjność termiczną.

5.2 System grzewczy

Budynek ogrzewany jest z węzła ciepłego jednofunkcyjnego . Instalacja wewnętrzna ogrzewania tradycyjna z grzejnikami żeliwnymi wyposażonymi częściowo w zawory termostatyczne . termostatycznymi.

5.3 System zaopatrzenia w c.w.u.

W budynku brak centralnej instalacji ciepłej wody użytkowej .Podgrzew wody odbywa się przepływowych termach elektrycznych .

5.4 Wentylacja

Wentylacja pomieszczeń jest naturalna /grawitacyjnie/ .

Ocena stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy

l.p.	Charakterystyka stanu istniejącego 2	Możliwości i sposób poprawy 3
1	<p>Przegrody zewnętrzne Przegrody zewnętrzne mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła U [W/m^2K]</p> <ul style="list-style-type: none"> - ściany zewnętrzne $U=0,76; 0,84$ - strop poddasza $U=0,77;$ - strop nad piwnicami 	<p>Należy ocieplić przegrody zewnętrzne i zapewnić obecnie wymagany opór cieplny</p> <ul style="list-style-type: none"> - dla ścian $R \geq 4$ - dla stropodachu $R \geq 4,5$ - dla stropu nad piwnicą $R \geq 2$
2	<p>Okna są do wymiany o współczynniku $U = 2,80$ $W/m^2 \cdot K$, drzwi o współczynniku $U=5,60$ $W/m^2 \cdot K$.</p>	<p>Celowa wymiana stolarki okiennej i drzwiowej.</p>
3	<p>Wentylacja grawitacyjna. Nie stwierdza się zbyt małego przewietrzania. W okresie zimowym występuje nadmierny napływ zimnego powietrza, co zwiększa zużycie na ogrzewanie.</p>	<p>bez uwag .</p>
4	<p>Instalacja ciepłej wody użytkowej Ciepła woda przygotowana miejscowo w przepływowych termach elektrycznych.</p>	<p>Bez uwag</p>
5	<p>System grzewczy Instalacja centralnego ogrzewania budynku zasilana z węzła cieplnego jednofunkcyjnego. Grzejniki żeliwne wyposażone częściowo w zawory termostaticzne..</p>	<p>Wskazana modernizacja instalacji centralnego ogrzewania w tym płukanie grzejników i wyposażenie ich w zawory termostaticzne oraz wyposażenie instalacji w system zarządzania energią.</p>

**6. Wykaz rodzajów usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych
wybranych na podstawie oceny stanu technicznego**

l.p. 1	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć 2	Sposób realizacji 3
1	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez strop poddasza.	Ocieplenie stropu poddasza warstwą styropianu / wełny mineralnej.
2	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne / okna, /	Wymiana stolarki okiennej.
3	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania.	Płukanie instalacji w tym grzejników wyposażenie ich w zawory termostatyczne . Wprowadzenie systemu zarządzania energią.
Uwagi:		

7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1 Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

Lp.	Grupa usprawnień 2	Rodzaje usprawnień 3
I	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego	Ocieplenie stropu poddasza. Wymiana stolarki okiennej .
II	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania .	- modernizacja instalacji wewnętrznej centralnego ogrzewania.
Uwagi:		

7.2 Ocena opłacalności i wyboru usprawnień dot. 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 przegrody zewnętrzne,
- Ocena opłacalności i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien i/lub drzwi oraz. zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego
- Ocena opłacalności i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia dotyczącego zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej,
- 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 termo modernizacji	
t_{w0}	+ 20	Bez zmian	$^{\circ}\text{C}$
t_{z0}	- 20	b. z.	$^{\circ}\text{C}$
S _d - dla przegród zewnętrznych - dla stropu nad nie ogrzewaną piwnicą	3686	b. z.	Dzień·K·a
O_{0m} , O_{1m}	7266,51	b. z.	zł/(MW·mc)
O_{0z} , O_{1z}	34,35	b. z.	Zł/GJ
Λ_{b0} , Λ_{b1}	-	b. z.	zł·KW·a

7.2.1 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				strop poddasza		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczenia strat powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia				A = 1354,3 m ² A _{koszt} = 1290,0 m ²		
Opis wariantów usprawnienia:						
Przewiduje się ocieplenie stropu poddasza nie użytkowego budynku warstwą wełny mineralnej o współczynniku przewodności λ=0,050 W/mK. Rozpatruje się 2 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
Wariant 1 - o grubości warstwy izolacji przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego R≥4,5 (m ² ·K) /W						
Wariant 2 - o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariacie 1						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	M.		0,16	0,18	
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² ·K)/W		3,20	3,60	
3	Opór cieplny R	(m ² ·K)/W	1,30	4,50	4,90	
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A/R	GJ/a	331,77	95,85	88,02	
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ ·A(t _{w0} -t _{z0})/R	MW	0,0417	0,0120	0,0111	
6	Roczna oszczędność kosztów ΔIO _{1U} =(Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{0U} -q _{1U})O _m	zł/a		10688	11042	
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		120	130	
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U ¹	Zł		154800	167700	
9	SPBT=N _U /ΔIO _{1U}	Lata		14,5	15,2	
10	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	0,77	0,22	0,20	
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1m ² wg oferty lokalnej firmy. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni dachu (A _{k,dachu}).						
Wybrany wariant: 1			Koszt: 154800 zł	SPBT= 14,5		

7.2.2 Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien i poprawie systemu wentylacji.

Przedsięwzięcie : wymiana okien

Dane: powłócznia okien

$$A_{OK}=381,3$$

$$V_{nom}=14532\text{ m}^3/\text{h}$$

$$C_w=1,0$$

Opis wariantów usprawnienia:

Usprawnienie obejmuje wymianę okien w budynku na okna szczelne o lepszych współczynnikach U:

wariant 1 - okna z drewna, $U=1,8$ a= 0,8

wariant 2 - okna z drewna, $U=1,5$ a= 0,8

Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania okien U	W/m ² *K	2,80	1,80	1,50	
2	$0,0000864 \cdot S_d \cdot A_{OK} \cdot U$	GJ/a	340,01	218,58	182,15	
3	Współczynnik C_r	-	1,1	1,0	1,0	
4	Współczynnik C_m		1,1	1,0	1,0	
5	$0,0000294 \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	1732,29	1574,81	1574,81	
6	$(Q_0, Q_1) = (2) + (4)$	GJ/a	2072,30	1793,39	1756,96	
7	$10^{-6} \cdot A_{OK} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0427	0,0275	0,0229	
8	$3 \cdot 10^{-6} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,2391	0,1976	0,1976	
9	$(Q_0, Q_1) = (6) + (7)$	MW	0,2818	0,2251	0,2205	
10	$\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw} =$	zł/rok		14530	16180	
11	Koszt jednostkowy wymiany okien	Zł/ m ²		2300	2460	
11	Koszt wymiany okien N_{OK}	Zł		876990	937998	
12	Koszt modernizacji wentylacji N_W	Zł		-	-	
13	Koszt całkowity	Zł.		876990	937998	
12	$SPBT = (N_{OK} + N_W) / (\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw})$	Lata		60,4	58,0	

Podawane przyjęte wartości N_U . Przyjęto ceny jednostkowe wymiany okien w zł/m² wg oferty indywidualnej uwzględniającej nietypowe wykonanie i kształt okien uwzględniający uwagi konserwatora zabytków. Koszt modernizacji okien wg wyceny indywidualnej : Wariant 2 : wymiana 381,3 m² okien x 2460 zł/m² = 937998.

Wybrany wariant 2

Koszt 937998 zł

SPBT = 58,0 lat

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

L.p.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane Koszty robót, zł	SPBT Lat
1	2	3	4
1	Ocieplenie stropu poddasza	13600	14,5
2	Wymiana okien	937998	58,0

7.3 Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego

Dane : $Q_{\text{dco}} = 3059,82 \text{ GJ/a}$ $w_{t0} = 1$ $w_{d0} = 1$ $\eta_0 = 0,7925$. W tabeli poniżej zestawiono zmiany współczynników sprawności związane z istniejącą instalacją centralnego ogrzewania..

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Zmiana wartości współczynników sprawności	
		Przed	po
1	Sprawność wytwarzanie ciepła / węzeł ciepły jednofunkcyjny o mocy 381,5 kW /- bez obudowy , modernizacja węzła	0,95	0,99
2	Sprawność przesyłu / dystrybucja ciepła / , węzeł ciepły zlokalizowany w pomieszczeniach ogrzewanych , przewody zaizolowane.	0,97	0,97
3	Sprawność regulacji i wykorzystania. Instalacja centralnego ogrzewania częściowo z zaworami termostatycznymi., płukanie instalacji , dokończenie wyposażenia w zawory termostatyczne.	0,86	0,93
4	Sprawność akumulacji ciepła / b. zasobnika	1,00	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_w \cdot \eta_p \cdot \eta_r \cdot \eta_c =$	0,7925	0,8931
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,0	1,0
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby w wydzielonych pomieszczenia do 12 godzin	1,0	0,95

Ocena proponowanego przedsięwzięcia

Lp.	Opis	Jednostka	Stan istn.	Stan po modern.
1	Sprawność całkowita systemu grzew. η	-	0,7925	0,8931
2	Uwzględnienie przerw tygodniowych w_t	-	1	1,0
3	Uwzględnienie przerw dobowych i podzielników kosztów w_d	-	1	0,95
4	Koszty ogrzewania budynku		167300	146477
5	Oszczędność kosztów ΔO_{rco}	Zł/a		20823
6	Koszt przedsięwzięcia N_{co}	Zł		480000
7	SPBT	Lata		23,1

W ramach modernizacji instalacji centralnego ogrzewania przewiduje się zastosowanie systemu zarządzania energią w tym wyposażenie go w układy sterowania i automatyki do okresowego wyłączania ogrzewania wydzielonych pomieszczeń wg. algorytmu pracy obiektu . Dla istniejącej instalacji wewnętrznej przewiduje się jej płukanie oraz wyposażenie w zawory termostatyczne przystosowane do zdalnego sterowania do współpracy z regulatorami pomieszczeń .

Przewidywany koszt modernizacji wynosi: 480 tys. zł

• układ sterowania i zarządzania - ok. 250 tys.

• modernizacja węzła ciepłego - ok. 200 tys. zł

• płukanie instalacji / grzejników szt. 182 /- 16 tys zł

• wyposażenie grzejników w zawory termostatyczne - 70 szt - 14 tys zł

7.4 Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje :

- a. określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
- b. obliczenie czasu zwrotu SPBT dla wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
- c. ocenę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań ustawowych
- d. wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.4.1 Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

W poniższej tabeli stosuje się skrótowe określenia usprawnień zestawionych w p. 7.2.4 oraz 7.3.:

- = ocieplenie stropu poddasza
- = wymiana stolarki okiennej
- = modernizacja instalacji c.o.

Rozpatruje się następujące warianty:

Zakres	Nr wariantu								
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Strop poddasza	X	X							
Okna	X								
Instalacja c.o.	X	X	X						

7.4.2 Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

$$Q_0 = W_{d0} \cdot Q_{0CO} / \eta_0 + Q_{0CW}$$

$$q_0 = q_{0CO} + q_{0CW}$$

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

$$\Delta O_r = O_{r1} - O_{r0}$$

$$Q_{1r} = w_{d1} \cdot Q_{1CO} / \eta_1 + Q_{1CW}$$

$$q_1 = q_{1CO} + q_{1CW}$$

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

Nr wariant.	Q_{0CO} Q_{1CO} GJ	q_{0CO} q_{1CO} kW	η_0, W_{d0} η_1, W_{d1}	Q_{0CW} Q_{1CW} GJ	Q_{0CW} Q_{1CW} kW	Q_0 Q_1 GJ	Q_0 Q_1 kW	O_{0r} O_{1r} Zł	ΔO_r Zł	N Zł
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
stan istn.	3059,82	397,67	0,7925	24,5	1,7	3871,87	399,37	171352		
1	2538,44	356,42	0,8931 0,95	24,5	1,7	2711,07	358,12	127882	43470	1218070
2	2882,97	376,77	0,8931 0,95	24,5	1,7	3077,55	378,47	142245	29107	493600
3	3059,82	397,67	0,8931 0,95	24,5	1,7	3265,66	399,37	150529	20823	480000

Uwagi:

Q_0, Q_1 - roczne zapotrzebowanie na ciepło przed i po termomodernizacji, GJ/rok,

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

7.4.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite [zł]	Roczna oszczędność kosztów energii [zł]	Procentowa oszczędność zapotrzebowania energii $[Q_0 - Q_1 / Q_0] \cdot 100\%$ [%]	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu [zł, %] [zł, %]	Premia termomodernizacyjna 20 % kredytu 16% kosztów 2 x oszczędność Zł
1	2	3	4	5	6	
1	Wszystkie usprawnienia .	1218070	43470	29,9	$\frac{-(0\%)}{1218070 (100\%)}$	nie rozpatrywano
2	J.w lecz bez wymiany okien	493600	29107	20,4	$\frac{-(0\%)}{493600 (100\%)}$	nie rozpatrywano
3	Tylko modernizacja instalacji centralnego ogrzewania oraz zarządzanie energią.	480000	20823	15,6	$\frac{-(0\%)}{480000 (100\%)}$	nie rozpatrywano

7.4.4 Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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

1. ocieplenie stropu poddasza budynku
2. wymiana stolarki okiennej
3. modernizacja instalacji c.o. oraz system zarządzania energią.

Przedsięwzięcie to charakteryzuje się następującymi parametrami:

1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie 29,9 %.
2. planowany koszt inwestycji wynosi -1218070 zł.

II. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

II.1 Opis robót

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

1. Ocieplenie stropu poddasza budynku warstwą wełny mineralnej o współczynniku przenikania równym $0,050 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ o grubości 16 cm . Koszt ocieplenia stropu poddasza o powierzchni 1290 m^2 wynosi 154800 zł .

2. Wymiany stolarki okiennej o powierzchni $381,3 \text{ m}^2$. Szt. 175 o współcz. $U = 1,50 \text{ W/m}^2 \text{ K}$. Koszt przedsięwzięcia wynosi 937998 zł .

3. Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania w tym płukanie instalacji słotowej z 182 grzejników oraz zastosowanie systemu zarządzania energią. Koszt przedsięwzięcia wynosi : 480000 zł .

Koszt całkowity robót - 1218070 zł

II.2 Charakterystyka finansowa

Kalkulowany koszt robót wyniesie	1218070 zł
udział środków własnych inwestora	- zł (0%)
dotacja	1218070 zł (100%)
okres zwrotu nakładów SPBT 1218070/43470	28,0 lat

Załączniki do audytu

1. Załącznik nr 1
Analiza i obliczenie kosztów jednostkowych opłat za energię ciepłą
2. Załącznik nr.2
Obliczenie współczynników przenikania przegród
3. Załącznik nr.3
Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc ciepłą na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej
4. Załącznik nr 4
Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego/ wentylacja grawitacyjna
5. Załącznik nr. 5
Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie

Załącznik nr 1

Analiza i obliczenie kosztów jednostkowych opłat za energię ciepłą .

1. Koszty i opłaty za energię ciepłą

Ciepło dostarczane jest z miejskiej sieci ciepłowniczej do węzła cieplnego jednofunkcyjnego
O mocy zamówionej 381,5 kW dla c.o.

Koszty jednostkowe dostawy energii cieplnej wyliczone na podstawie faktur.

- opłata stała za moc zamówioną wynosi na podstawie faktur - 4310,22 zł /MW – m-c netto
- opłata stała za przesyłanie energii cieplnej – 1597,51 zł / MW m-c netto
- całkowita opłata stała za moc zamówioną wynosi: 5907,73 zł / MW m-c tj **7266,51 zł / MW m-c brutto .**
- opłata zmienna za ciepło – 19,75 zł / GJ netto
- opłata przesyłowa – 8,18 zł/ GJ netto

Całkowita opłata zmienna wynosi : 27,93 zł / GJ netto tj 34,35 zł / GJ brutto.

Koszty jednostkowe za energię elektryczną wyliczono na podstawie faktur dla grupy taryfowej Dzień i Noc dla Twojej Firmy – RWE Polska S.A.

- opłata za dostawę energii czynnej 378,00 zł / MWh netto
- opłata dystrybucyjna za energię elektryczną – 160,00 zł / MWh netto .

Razem koszt dostawy energii elektrycznej wynosi – 484,00 zł / MWh netto tj 595,32 zł / MWh brutto .

Wyliczony koszt dostawy energii elektrycznej wynosi : - 165,37 zł / GJ

Załącznik nr 1

Obliczenie współczynników przenikania ciepła przegród (U)

Nr	Typ	Opis warstw	Grubość M	λ W/m·K	R m ² ·K/W	U, ΔU , UK W/m ² ·K
1	Ściana zewnętrzna piwnic budynku .	- tynk cem-wap - cegła pełna - tynk cem-wap R _i +R _e =	0,015 0,860 0,015	0,820 0,770 0,820	0,018 1,117 0,018 <u>0,140</u> 1,323	U = 0,76
2	Ściana zewnętrzna pięter budynku .	- tynk cem-wap - cegła pełna - tynk cem-wap R _i +R _e =	0,015 0,760 0,015	0,820 0,770 0,820	0,018 0,987 0,018 <u>0,140</u> 1,194	U = 0,84
3	Strop poddasza	- warstwa cementu - suprema - strop - tynk cem-wap R _i +R _e =	0,050 0,120 0,015	1,000 0,140 0,180	0,050 0,857 0,180 0,018 <u>0,200</u> 1,305	U = 0,77

Załącznik nr 2

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

1	Liczba pracowników		56
2	Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę		0,007 m ³ /d
3	Średnie dobowe zapotrzebowanie c.w.u. w budynku	$V_{dsred} = OS \cdot V_{OS} =$	0,392 m ³ /d
4	Średnie godzinowe zapotrzebowanie c.w.u.	$V_{gsred} = V_{dsred} / 12 =$	0,03 m ³ /h
5	Sprawność wytwarzania		0,99
6	Sprawność przesyłu		1,00
7	Sprawność akumulacji / zasobnik /		1,00
8	Sprawność wykorzystania		1,00
9	Sprawność całkowita		0,99
10	parametry temperatury wody w podgrzewaczu / współczynnik korekcyjny - k _t		55 °C / 1,0
11	Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody $Q_{cw} = c_w \cdot p \cdot (t_c - t_{zw})k / n$		0,1905 GJ/m ³
12	Czas użytkowania - t		328 dni
13	Roczne zużycie c.w.u.	$V_{cw} = V_{dsred} \cdot t =$	129 m ³
14	Zapotrzebowanie na ciepło dla przygotowania c.w.u.		24,5 GJ
15	Godzinowy współczynnik nierównomierności rozbioru c.w.u. Nh		3,4903
16	maksymalna moc cieplna g _{cwmax}		6,0 kW

17 śred. moc cieplna	$q_{cw} = g_{cw\max} / Nh =$	1,7 kW
18 Koszt przygotowania c.w.u.	$Q_{rcw} = Q_{cw} \cdot O_z + q_{cw} \cdot O_m \cdot 12 =$	4052 zł
19 Średni koszt 1m ³ c.w.u.		31,50 zł/m ³

Załącznik nr. 4

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego/ wentylacja grawitacyjna/

Minimalna wartość strumienia wentylacyjnego wg. PN-EN-12831

l.p.	Pomieszczenia	kubatura	n _{min} wg. normy 1/h	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h
1	2	3	4	5
1	pomieszczenia ogrzewane	19358	0,5	9679
Ogółem		-----	-----V _{norm} -----	9679

Do obliczeń zużycia ciepła i obciążenia cieplnego przyjęto większą wartość uwzględniającą nieszczelności stolarki okiennej $V_o = 14532 \text{ m}^3/\text{h}$

Załącznik nr4

Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie programem Audytor OZC 4,8

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, kW	Ciepła Q_H , GJ/a
1	356,42	2538,44
2	376,77	2882,97
3	397,67	3059,82
Stan istniejący	397,67	3059,82

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Budynek Biblioteki Narodowej	
	Pałac Krasińskich	
Miejscowość:	Warszawa	
Adres:	Plac Krasińskich	
Projektant:	Ryszard Szablowski	
Data obliczeń:	Piątek 30 Listopada 2012 19:31	
Data utworzenia projektu:	Piątek 30 Listopada 2012 19:31	
Plik danych:	D:\nowe\Dane\Purmo4Pro\Dane\pałkrasinski.ozd	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790 - miesiąc	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	III	
Projektowa temperatura zewnętrzna $t_{a,p}$:	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $t_{a,r}$:	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Warszawa Okęcie	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m³·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	4302,5	m²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	19358,5	m³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	244064	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	153605	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	397669	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	397669	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\Phi_{HL,A}$:	92,4	W/m²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\Phi_{HL,V}$:	20,5	W/m³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	2032,6	m³/h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{n,infv}$:		m³/h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$:		m³/h

Wyniki - Ogólne

Powietrze nawiewane mech. V_{su} :		m^3/h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$:		m^3/h
Powietrze usuwane mech. V_{ex} :		m^3/h
Średnia liczba wymian powietrza n :	0,6	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	11143,7	m^3/h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-20,0	$^{\circ}C$
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Warszawa Okęcie	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	14531,5	m^3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	3059,82	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	849949	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	4303	m^2
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	19358,5	m^3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	711,2	MJ/($m^2 \cdot rok$)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	197,5	kWh/($m^2 \cdot rok$)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	158,1	MJ/($m^3 \cdot rok$)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	43,9	kWh/($m^3 \cdot rok$)
Parametry obliczeń projektu:		
Obliczanie przenikania ciepła przy min. $\Delta\theta_{min}$:	4,0	K
Wariant obliczeń strat ciepła do pomieszczeń w sąsiednich grupach:		
Obliczaj z ograniczeniem do $\theta_{j,u}$		
Minimalna temperatura dyspersyjna $\theta_{j,u}$:	16	$^{\circ}C$
Obliczaj straty do pomieszczeń w sąsiednich		
budynkach tak jak by były nieogrzewane:		
Obliczanie automatyczne mostków cieplnych:	Tak	
Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną:	Nie	
Domyślne dane do obliczeń:		
Typ budynku:	Muzeum	
Typ konstrukcji budynku:	Ciężka	
Typ systemu ogrzewania w budynku:	Konwekcyjne	
Oslabienie ogrzewania:	Bez osłabienia	
Regulacja dostawy ciepła w grupach:	Indywidualna reg.	
Stopień szczelności obudowy budynku:	Średni	
Krotność wymiany powietrza wewn. n_{50} :	3,5	1/h
Klasa osłonięcia budynku:	Średnie osłonięcie	
Domyślne dane dotyczące wentylacji:		
System wentylacji:	Naturalna	
Temperatura powietrza nawiewanego θ_{su} :		$^{\circ}C$
Temperatura powietrza kompensacyjnego θ_c :	20,0	$^{\circ}C$

Wyniki - Ogólne

Domyślne dane dotyczące rekuperacji i recyrkulacji:		
Temperatura dopływającego powietrza $t_{ax,rec}$:	20,0	°C
Projektowa sprawność rekuperacji η_{recup} :	70,0	%
Sezonowa sprawność rekuperacji $\eta_{s,recup}$:	49,0	%
Projektowy stopień recyrkulacji η_{recir} :		%
Sezonowy stopień recyrkulacji $\eta_{s,recir}$:		%
Geometria budynku:		
Rzędna poziomu terenu:	-1,20	m
Domyślna rzędna podłogi L_f :	0,00	m
Rzędna wody gruntowej:	-5,00	m
Domyślna wysokość kondygnacji H :	5,20	m
Domyślna wys. pomieszczeń w świetle stropów H_1 :	4,80	m
Pole powierzchni podłogi na gruncie A_g :	1274,00	m ²
Obwód podłogi na gruncie w świetle ścian zewn. P_g :	201,00	m
Obrót budynku:	Bez obrotu	
Statystyka budynku:		
Liczba kondygnacji:	4	
Liczba stref budynku:		
Liczba grup pomieszczeń:	4	
Liczba pomieszczeń:	21	

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Budynek Biblioteki Narodowej	
	Pałac Krasińskich	
Miejscowość:	Warszawa	
Adres:	Plac Krasińskich	
Projektant:	Ryszard Szablowski	
Data obliczeń:	Piątek 30 Listopada 2012 19:50	
Data utworzenia projektu:	Piątek 30 Listopada 2012 19:50	
Plik danych:	D:\nowe\Dane\Purmo4Pro\Dane\pałkrasinski.ozd	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790 - miesiąc	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	III	
Projektowa temperatura zewnętrzna $\theta_{a,i}$:	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,a,i}$:	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Warszawa Okęcie	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m³·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	4302,5	m²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	19358,5	m³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	202811	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	153605	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	356416	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	356416	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\Phi_{HL,A,i}$:	82,8	W/m²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\Phi_{HL,V,i}$:	18,4	W/m³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	1161,5	m³/h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{n,infv}$:		m³/h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$:		m³/h

Wyniki - Ogólne

Powietrze nawiewane mech. V_{su} :		m^3/h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$:		m^3/h
Powietrze usuwane mech. V_{ex} :		m^3/h
Średnia liczba wymian powietrza n :	0,6	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	11143,7	m^3/h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-20,0	$^{\circ}C$
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Warszawa Okęcie	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	13079,6	m^3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	2538,44	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	705121	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	4303	m^2
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	19358,5	m^3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	590,0	MJ/($m^2 \cdot rok$)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	163,9	kWh/($m^2 \cdot rok$)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	131,1	MJ/($m^3 \cdot rok$)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	36,4	kWh/($m^3 \cdot rok$)
Parametry obliczeń projektu:		
Obliczanie przenikania ciepła przy min. $\Delta\theta_{min}$:	4,0	K
Wariant obliczeń strat ciepła do pomieszczeń w sąsiednich grupach:		
Obliczaj z ograniczeniem do $\theta_{j,u}$		
Minimalna temperatura dyżurna $\theta_{j,u}$:	16	$^{\circ}C$
Obliczaj straty do pomieszczeń w sąsiednich budynkach tak jak by były nieogrzewane:		
	Tak	
Obliczanie automatyczne mostków cieplnych:		
	Tak	
Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną:		
	Nie	
Domyślne dane do obliczeń:		
Typ budynku:	Muzeum	
Typ konstrukcji budynku:	Ciężka	
Typ systemu ogrzewania w budynku:	Konwekcyjne	
Oslabienie ogrzewania:	Bez osłabienia	
Regulacja dostawy ciepła w grupach:	Indywidualna reg.	
Stopień szczelności obudowy budynku:	Wysoki	
Krotność wymiany powietrza wewn. n_{50} :	2,0	1/h
Klasa osłonięcia budynku:	Średnie osłonięcie	
Domyślne dane dotyczące wentylacji:		
System wentylacji:	Naturalna	
Temperatura powietrza nawiewanego θ_{su} :		$^{\circ}C$
Temperatura powietrza kompensacyjnego θ_c :	20,0	$^{\circ}C$

Wyniki - Ogólne

Domyślne dane dotyczące rekuperacji i recyrkulacji:		
Temperatura dopływającego powietrza $t_{ax,rec}$:	20,0	°C
Projektowa sprawność rekuperacji η_{recup} :	70,0	%
Sezonowa sprawność rekuperacji $\eta_{s,recup}$:	49,0	%
Projektowy stopień recyrkulacji η_{racir} :		%
Sezonowy stopień recyrkulacji $\eta_{s,racir}$:		%
Geometria budynku:		
Rzędna poziomu terenu:		
Domyślna rzędna podłogi L_f :	-1,20	m
Rzędna wody gruntowej:	0,00	m
Domyślna wysokość kondygnacji H_f :	-5,00	m
Domyślna wys. pomieszczeń w świetle stropów H_i :	5,20	m
Pole powierzchni podłogi na gruncie A_g :	4,80	m
Obwód podłogi na gruncie w świetle ścian zewn. P_g :	1274,00	m ²
Obrót budynku:	201,00	m
	Bez obrotu	
Statystyka budynku:		
Liczba kondygnacji:		
Liczba stref budynku:	4	
Liczba grup pomieszczeń:		
Liczba pomieszczeń:	4	
	21	