

# AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

DLA PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO PRZEWIDZIANEGO DO REALIZACJI W TRYBIE USTAWY  
O WSPIERANIU TERMOMODERNIZACJI I REMONTÓW Z DNIA 21.11.2008r.

Budynek mieszkalny

ul. Hutnicza 1

kod: 41-200 miejscowość: Sosnowiec

województwo: śląskie

Wykonawca:

Przedsiębiorstwo Wielobranżowe "LOKUM" s.c.

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku			
1.		Dane identyfikacyjne budynku	
1.1. Rodzaj budynku	Budynek mieszkalny	1.2. Rok budowy	1949
1.3. Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji) tel. / fax.: PESEL*	Spółdzielnia Mieszkaniowa "NASZA"	1.4 Adres budynku	
	ul. Staszica 19A 41-200 Sosnowiec woj.: śląskie 32 266 86 11	ul. Hutnicza 1 41-200 Sosnowiec powiat: Sosnowiec woj.: śląskie	
2.		Nazwa, nr. REGON i adres firmy wykonującej audyt	
		Przedsiębiorstwo Wielobranżowe "LOKUM" s.c. ul. Kurczaba 25 30-868 Kraków woj. małopolskie tel.: 12 651 20 15 REGON 351620943	
3.		Imię i nazwisko oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis	
1.	mgr inż. Magda SZNAJDER ul. Warneńczyka 13/36 39-300 Mielec woj. podkarpackie PESEL 88041012426	mgr inż. Inżynierii Środowiska, spec. ds. Urządzeń i Instalacji Ciepłych i Zdrowotnych  Członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych nr 1815	
4.		Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje	
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu	Posiadane kwalifikacje (ew. uprawnienia)
2.	mgr inż. Łukasz KRUK	sprawdzenie	mgr inż. Technologii Chemicznej spec. ds. Gospodarki Paliwami i Energią  Członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych nr 1185
3.	mgr inż. Łukasz KOWALCZYK	bilans ciepła	mgr inż. Inżynierii Środowiska w Energetyce  Audytor Energetyczny KAPE nr 0158
5.	Miejscowość i data wykonania opracowania	Kraków, 05.05.2015r.	

6.	Spis treści	
1.	Strona tytułowa audytu energetycznego budynku	2
2.	Karta audytu energetycznego budynku	4
3.	Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora	6
4.	Inwentaryzacja techniczno-budowlana	7
5.	Ocena stanu technicznego budynku	8
6.	Wykaz rodzaju usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego	9
7.	Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	10
8.	Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	21
9.	Opis optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	23
10.	Załączniki	27

2. Karta audytu energetycznego budynku				
<b>1.</b>	<b>Dane ogólne</b>			
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna		
2.	Liczba kondygnacji	3+piwnica		
3.	Kubatura części ogrzewanej, [m <sup>3</sup> ]	1018		
4.	Powierzchnia budynku netto, [m <sup>2</sup> ]	377		
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej, [m <sup>2</sup> ]	335,9		
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych, [m <sup>2</sup> ]	0		
7.	Liczba mieszkań	6		
8.	Liczba osób użytkujących budynek	13		
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	indywidualne podgrzewacze gazowe		
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	centralny, zdalacynny		
11.	Współczynnik kształtu A/V, [1/m]	0,63		
12.	Inne dane charakteryzujące budynek			
<b>2.</b>	<b>Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne, [W/(m<sup>2</sup>K)]</b>	<b>Stan przed termomodernizacją</b>		<b>Stan po termomodernizacji</b>
1.	Ściany zewnętrzne	1,33		0,25
		1,33		0,24
2.	Dach / stropodach/ strop nad przejściem	0,96		0,20
3.	Strop piwnicy/podłoga na gruncie	0,47		0,47
		1,00		1,00
4.	Okna	5,00	1,60	1,30
		5,00	2,60	1,30
				1,60
				2,60
5.	Drzwi	2,00		2,00
<b>3.</b>	<b>Sprawności składowe systemu ogrzewania</b>			
1.	Sprawność wytwarzania	0,91		0,91
2.	Sprawność przesyłania	0,90		0,90
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,87		0,87
4.	Sprawność akumulacji	1,00		1,00
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,00		1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	0,95		0,95
<b>4.</b>	<b>Charakterystyka systemu wentylacji</b>			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	grawitacyjna		grawitacyjna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	stolarka / kanały went.		stolarka / kanały went.
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego, [m <sup>3</sup> /h]	964,3		905,4
4.	Liczba wymian, [1/h]	0,95		0,89
<b>5.</b>	<b>Charakterystyka energetyczna budynku</b>			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego, [kW]	39,454		19,299
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu, [kW]	1,858		1,858
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu, [GJ/rok]	183,72		51,93

4.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu, [GJ/rok]	243,83	68,92
5.	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania cwu, [GJ/rok]	43,95	43,95
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego i przygotowanie cwu (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła), [GJ/rok]	210,68	
7.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu, [kWh/(m <sup>3</sup> rok)]	50,136	14,171
8.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu, [kWh/(m <sup>3</sup> rok)]	66,539	18,808
9.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu, [kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	179,656	50,781
<b>6.</b>	<b>Oplaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)</b>		
1.	Oplata za 1 GJ na ogrzewanie, [zł]	38,94	38,94
2.	Oplata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc, [zł]	13931,28	13931,28
3.	Oplata za podgrzanie 1m <sup>3</sup> wody użytkowej, [zł]	15,20	15,20
4.	Oplata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc, [zł]	322,68	322,68
5.	Oplata za ogrzanie 1m <sup>2</sup> pow. użytkowej, [zł/m-c]	3,56	1,31
6.	Oplata abonamentowa, [zł/m-c]	0,00	0,00
7.	Oplata abonamentowa cwu, [zł/m-c]	27,00	27,00
<b>7.</b>	<b>Charakterystyka ekonomiczna opłacalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</b>		
Planowana kwota kredytu, [zł]	125 254,97	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię, [%]	60,8%
Planowane koszty całkowite, [zł]	125 254,97	Premia termomodernizacyjna, [zł]	20 040,80
Roczna oszczędność kosztów energii, [zł/rok]	10 180,35		

UWAGA! Zmierzone zużycie ciepła jest znacznie niższe od obliczeniowego. Prawdopodobnie związane jest to z faktem zastosowanych w budynku podzielników kosztów i zaworów termostatycznych, a przez to niedotrzymywania w lokalach normowych temperatur powietrza.

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

#### 3.1. Dokumentacja projektowa:

- Dokumentacja techniczna przekazana przez Inwestora.
- 
- Ankiety uzupełnione przez administrację obiektu.

#### 3.2. Obliczenia zapotrzebowania ciepła wg programu AUDYTOR OZC 6.5 PRO

#### 3.3. Wytyczne, sugestie i uwagi użytkownika:

- Wzrost komfortu cieplnego.
- Obniżenie kosztów ogrzewania.

3.4. Moc zamówiona budynku na potrzeby c.o.. 0,034 MW

#### 3.5. Akty Prawne

Ustawa z dnia 21 listopada 2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów.

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 3 czerwca 2014r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw charakterystyki energetycznej.

3.6. Z uwagi na przeprowadzone po roku 1984 zabiegi termomodernizacyjne (montaż podzielników kosztów, zaworów termostatycznych i podpionowych) wymagane zmniejszenie zużycia energii wynosi co najmniej 15 %.

## 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana

### 4.1. Opis ogólny obiektu

Budynek mieszkalny, wielorodzinny zlokalizowany w Sosnowcu przy ul. Hutniczej 1 to obiekt zrealizowany w technologii tradycyjnej, murowanej. Obiekt posiada trzy kondygnacje nadziemne i jest całkowicie podpiwniczony.

### 4.2. Konstrukcja budynku

Ściany zewnętrzne murowane z cegły ceramicznej pełnej o grubości 42 cm, obustronnie tynkowane. Jedna ze ścian szczytowych ocieplona styropianem o grubości 12 cm w technologii lekkiej-mokrej.

Strop pod dachem gęstożebrowy, bez wystarczającej izolacji termicznej. Dach wielospadowy.

Okna zewnętrzne klatek schodowych i piwnic stare, drewniane, pojedynczo szklone. Okna w mieszkaniach sukcesywnie wymienione przez lokatorów (ok. 80%).

Drzwi zewnętrzne wejściowe wymienione na nowe, aluminiowe, przeszkłone.

### 4.3. Ogólny opis instalacji c.o.

Budynek zasilany w ciepło zdalaczynie (Tauron Ciepło) poprzez rozdzielacz w budynku. Instalacja rozprowadzająca z rur stalowych z grzejnikami stalowymi i żeliwnymi. Zainstalowane zawory termostatyczne oraz automatyczne regulacyjne zawory podpiwowe. Zamontowane podzielniki kosztów ogrzewania.

### 4.4. Ogólny opis instalacji cwu.

Ciepła woda użytkowa z indywidualnych podgrzewaczy gazowych.

### 4.5. Opis ogólny wentylacji.

Wentylacja grawitacyjna sprawna. Stwierdzono nadmierne przewietrzanie spowodowane nieszczelną stolarką okienną w częściach wspólnych.

5. Ocena stanu technicznego budynku		
I.p.	charakterystyka stanu istniejącego	możliwości i sposób poprawy
<b>przegrody zewnętrzne</b>		
1.	P1 ściana zewnętrzna U= 1,33 W/(m2K)	Docieplenie ścian zewnętrznych styropianem - technologia lekka mokra, metoda BSO. U=0,25 W/(m2K)
	P2 ściana zewnętrzna piwnic U= 1,33 W/(m2K)	Docieplenie ścian piwnic styropianem ekstrudowanym- technologia lekka mokra, metoda BSO. U=0,25 W/(m2K)
	P3 strop pod dachem U= 0,96 W/(m2K)	Docieplenie stropu pod dachem matami wełny mineralnej. U=0,20 W/(m2K)
<b>okna i drzwi</b>		
2.	Okna zewnętrzne klatek schodowych i piwnic stare, drewniane, pojedynczo szklone. Okna w mieszkaniach sukcesywnie wymienione przez lokatorów (ok. 80%).	Wymiana starych okien w piwnicach i na klatce schodowej.
	Drzwi zewnętrzne wejściowe wymienione na nowe, aluminiowe, przeszklone.	Bez zmian.
<b>wentylacja</b>		
3.	Wentylacja grawitacyjna sprawna. Stwierdzono nadmierne przewietrzanie spowodowane nieuszczelną stolarką okienną w częściach wspólnych.	Wymiana starych okien w piwnicach i na klatce schodowej.
<b>instalacja ciepłej wody użytkowej</b>		
4.	Ciepła woda użytkowa z indywidualnych podgrzewaczy gazowych.	Bez zmian.
<b>instalacja grzewcza</b>		
5.	Budynek zasilany w ciepło zdalaczynie (Tauron Ciepło) poprzez rozdzielacz w budynku. Instalacja rozprowadzająca z rur stalowych z grzejnikami stalowymi i żeliwnymi. Zainstalowane zawory termostatyczne oraz automatyczne regulacyjne zawory podpiłowe. Zamontowane podzielniki kosztów ogrzewania.	Dostosowanie instalacji (poprzez regulację hydrauliczną) do zmniejszonego zapotrzebowania na ciepło po przeprowadzonej termomodernizacji.



6. Wykaz rodzaju usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego		
I.p.	rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	sposób realizacji
1.	Zmniejszenie strat przez przenikanie.	przegrody zewnętrzne
		Docieplenie ścian zewnętrznych styropianem - technologia lekka mokra, metoda BSO. $U=0,25 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
		Docieplenie ścian piwnic styropianem ekstrudowanym- technologia lekka mokra, metoda BSO. $U=0,25 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
		Docieplenie stropu pod dachem matami wełny mineralnej. $U=0,20 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
2.	Zmniejszenie strat przez przenikanie.	okna i drzwi
		Wymiana starych okien w piwnicach i na klatce schodowej.
3.	Wentylacja grawitacyjna sprawna. Stwierdzono nadmierne przewietrzanie spowodowane nieszczelną stolarką okienną w częściach wspólnych.	wentylacja
		Wymiana starych okien w piwnicach i na klatce schodowej.
4.	Budynek zasilany w ciepło zdalaczynnie (Tauron Ciepło) poprzez rozdzielacz w budynku. Instalacja rozprowadzająca z rur stalowych z grzejnikami stalowymi i żeliwnymi. Zainstalowane zawory termostatyczne oraz automatyczne regulacyjne zawory podpionowe. Zamontowane podzielniki kosztów ogrzewania.	instalacja grzewcza
		Dostosowanie instalacji (poprzez regulację hydrauliczną) do zmniejszonego zapotrzebowania na ciepło po przeprowadzonej termomodernizacji.

## 7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

W rozdziale dokonano:

a) określenia optymalnego oporu cieplnego dla każdego usprawnienia wymienionego w rozdziale 6 dotyczącego zmniejszenia strat ciepła

b) zestawienia optymalnych usprawnień w kolejności rosnącej wg wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzujące każde usprawnienie oraz nakłady finansowe

### 7.1. Wybór optymalnych usprawnień dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

Do obliczeń przyjęto następujące dane:

	symbol	przed termomodernizacją	po termomodernizacji
obliczeniowa temperatura wewnętrzna, [°C]	$t_{wo}$	17,8	17,8
obliczeniowa temperatura zewnętrzna, [°C]	$t_{zo}$	-20,0	-20,0
opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii wykorzystywanej do ogrzewania, [zł/GJ]	$O_{0z}, O_{1z}$	38,94	38,94
stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii wykorzystywanej do ogrzewania, [zł/(MW×miesiąc)]	$O_{0m}, O_{1m}$	13931,28	13931,28
miesięczna opłata abonamentowa, [zł]	$Ab_0, Ab_1$	0,00	0,00
udział źródła ciepła w zapotrzebowaniu na ciepło przed i po wykonaniu wariantu termomodernizacyjnego	$x_0, x_1$	1	1
udział źródła ciepła w zapotrzebowaniu na moc cieplną przed i po wykonaniu wariantu termomodernizacyjnego	$y_0, y_1$	1	1

7.1.1. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku			Przegroda (symbol):	SZ	
			ściana zewnętrzna		
Współczynnik przenikania ciepła przegrody	<b>U</b> [W/(m <sup>2</sup> *K)]	1,330	Materiał izolacyjny	styropian	
Całkowity opór cieplny przegrody	<b>R</b> [(m <sup>2</sup> *K)/W]	0,75	Współczynnik przewodzenia ciepła	<b>λ</b> [W/(mK)]	0,040
Powierzchnia przegrody do obliczania strat	<b>A</b> [m <sup>2</sup> ]	338,54	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	<b>Q<sub>0u</sub></b> [GJ/rok]	126,604
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	<b>A<sub>koszt</sub></b> [m <sup>2</sup> ]	389,32	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	<b>q<sub>0u</sub></b> [MW]	0,017020
Liczba stopniodni	<b>Sd</b> [dzień*K/rok]	3254,4			

optymalizacja	d	R	ΔR	U	q <sub>1u</sub>	Q <sub>1u</sub>	N <sub>u</sub>	ΔO <sub>rU</sub>	SPBT
	cm	m <sup>2</sup> *K/W	m <sup>2</sup> *K/W	W/m <sup>2</sup> *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	11	3,50	2,75	0,29	0,003654	27,183	67936,34	6105,83	11,13
	12	3,75	3,00	0,27	0,003411	25,371	69688,28	6217,07	11,21
	13	4,00	3,25	0,25	0,003198	23,787	71440,22	6314,41	11,31
	14	4,25	3,50	0,24	0,003010	22,388	73192,16	6400,30	11,44
	15	4,50	3,75	0,22	0,002843	21,145	74944,10	6476,65	11,57

Wartość N<sub>u</sub> przyjęto na podstawie zapytań ofertowych.

Wariant wybrany:

	d	R	ΔR	U	q <sub>1u</sub>	Q <sub>1u</sub>	N <sub>u</sub>	ΔO <sub>rU</sub>	SPBT
	cm	m <sup>2</sup> *K/W	m <sup>2</sup> *K/W	W/m <sup>2</sup> *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	13	4,00	3,25	0,25	0,003198	23,787	71440,22	6314,41	11,31

7.1.2. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku			Przegroda (symbol): SZPIW	
			ściana zewnętrzna piwnic	
Współczynnik przenikania ciepła przegrody	<b>U</b> [W/(m <sup>2</sup> K)]	1,330	Materiał izolacyjny	styropian ekstrudowany
Całkowity opór cieplny przegrody	<b>R</b> [(m <sup>2</sup> *K)/W]	0,75	Współczynnik przewodzenia ciepła	<b>λ</b> [W/(mK)] 0,036
Powierzchnia przegrody do obliczania strat	<b>A</b> [m <sup>2</sup> ]	59,68	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	<b>Q<sub>0u</sub></b> [GJ/rok] 7,398
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	<b>A<sub>koszt</sub></b> [m <sup>2</sup> ]	64,45	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	<b>q<sub>0u</sub></b> [MW] 0,003000
Liczba stopniodni	<b>Sd</b> [dzień*K/rok]	1078,8		

optymalizacja	d	R	ΔR	U	q <sub>1u</sub>	Q <sub>1u</sub>	N <sub>u</sub>	ΔO <sub>rU</sub>	SPBT
	cm	m <sup>2</sup> *K/W	m <sup>2</sup> *K/W	W/m <sup>2</sup> *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	8	2,97	2,22	0,34	0,000759	1,870	11407,65	590,04	19,33
	10	3,53	2,78	0,28	0,000639	1,576	12245,50	621,46	19,70
	12	4,09	3,33	0,24	0,000552	1,362	13083,35	644,34	20,31
	14	4,64	3,89	0,22	0,000486	1,199	13921,20	661,74	21,04
	16	5,20	4,44	0,19	0,000434	1,071	14759,05	675,41	21,85

Wartość N<sub>u</sub> przyjęto na podstawie zapytań ofertowych.

Wariant wybrany:

	d	R	ΔR	U	q <sub>1u</sub>	Q <sub>1u</sub>	N <sub>u</sub>	ΔO <sub>rU</sub>	SPBT
	cm	m <sup>2</sup> *K/W	m <sup>2</sup> *K/W	W/m <sup>2</sup> *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	12	4,09	3,33	0,24	0,000552	1,362	13083,35	644,34	20,31

7.1.3. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku			Przegroda (symbol): STRD	
			strop pod dachem	
Współczynnik przenikania ciepła przegrody	<b>U</b> [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,960	Materiał izolacyjny	wełna mineralna
Całkowity opór cieplny przegrody	<b>R</b> [(m <sup>2</sup> *K)/W]	1,04	Współczynnik przewodzenia ciepła	<b>λ</b> [W/(mK)] 0,040
Powierzchnia przegrody do obliczania strat	<b>A</b> [m <sup>2</sup> ]	165,39	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	<b>Q<sub>0u</sub></b> [GJ/rok] 44,644
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	<b>A<sub>koszt</sub></b> [m <sup>2</sup> ]	158,77	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	<b>q<sub>0u</sub></b> [MW] 0,006002
Liczba stopniodni	<b>Sd</b> [dzień*K/rok]	3254,4		

optymalizacja	d	R	ΔR	U	q <sub>1u</sub>	Q <sub>1u</sub>	N <sub>u</sub>	ΔO <sub>rU</sub>	SPBT
	cm	m <sup>2</sup> *K/W	m <sup>2</sup> *K/W	W/m <sup>2</sup> *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	14	4,54	3,50	0,22	0,001377	10,239	21433,95	2112,93	10,14
	15	4,79	3,75	0,21	0,001305	9,705	21830,88	2145,74	10,17
	16	5,04	4,00	0,20	0,001240	9,224	22227,80	2175,29	10,22
	17	5,29	4,25	0,19	0,001181	8,788	22624,73	2202,06	10,27
	18	5,54	4,50	0,18	0,001128	8,392	23021,65	2226,41	10,34

Wartość N<sub>u</sub> przyjęto na podstawie zapytań ofertowych.

Wariant wybrany:

	d	R	ΔR	U	q <sub>1u</sub>	Q <sub>1u</sub>	N <sub>u</sub>	ΔO <sub>rU</sub>	SPBT
	cm	m <sup>2</sup> *K/W	m <sup>2</sup> *K/W	W/m <sup>2</sup> *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	16	5,04	4,00	0,20	0,001240	9,224	22227,80	2175,29	10,22

### 7.2.1. Określenie optymalnego usprawnienia dotyczącego wymiany okien oraz poprawy systemu wentylacji

Przegroda (symbol):	OZKL				
Powierzchnia całkowita okien	$A_{ok}$ m <sup>2</sup>	8,10	wymiana okien na klatkach schodowych		
Współczynnik przenikania ciepła okna przewidzianego do wymiany	$U_0$ W/(m <sup>2</sup> *K)	5,00	roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	$Q_0$ GJ/rok	7,130
Strumień powietrza wentylacyjnego odniesiony do warunków projekt.	$V_{nom}$ m <sup>3</sup> /h	73,5	zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	$q_0$ MW	0,002113

Usprawnienie	$U_1$	$N_{ok}$ jednostkowe	$A_{ok}$	$Q_1$	$q_1$	$\Delta O_{rOK} + \Delta O_{rW}$	$N_{ok} + N_w$	SPBT
	W/m <sup>2</sup> *K	zł/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	GJ/rok	MW	zł/rok	zł	lata
1	0,775	500,00	8,10	3,381	0,000875	352,95	4050,00	11,47
2	0,625	525,00	8,10	3,268	0,000841	363,04	4252,50	11,71

Wariant wybrany	$U_1$	$N_{ok}$ jednostkowe	$A_{ok}$	$Q_1$	$q_1$	$\Delta O_{rOK} + \Delta O_{rW}$	$N_{ok} + N_w$	SPBT
	W/m <sup>2</sup> *K	zł/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	GJ/rok	MW	zł/rok	zł	lata
1	0,775	500,00	8,10	3,381	0,000875	352,95	4050,00	11,47

dane do obliczeń:

	symbol	stan istniejący	wariant 1	wariant 2
strumień powietrza wentylacyjnego, m <sup>3</sup> /h	vobl	102,8	73,5	73,5
współczynnik przepływu, m <sup>3</sup> /(m <sup>3</sup> *h*daPa <sup>(2/3)</sup> )	a	3	0,5	0,5
współczynnik korekcyjny	$c_r$	1,2	1,0	1,0
współczynnik korekcyjny	$c_m$	1,4	1,0	1,0
współczynnik korekcyjny	$c_w$	1,2	1,2	1,2

Wariant polega na częściowym przymurowaniu otworów okiennych oraz montażu nowych okien zewnętrznych na klatce schodowej.

Przyjęty do obliczeń współczynnik ścian zewnętrznych  $U=0,25$  W/(m<sup>2</sup>K) o powierzchni 4,05 m<sup>2</sup>, współczynnik okien przyjęty do optymalizacji  $U=1,3$  W/(m<sup>2</sup>K) i  $U=1,0$  W/(m<sup>2</sup>K) o powierzchni 4,05 m<sup>2</sup>. Średni współczynniki dla ścian i okien wynosi 0,775 W/(m<sup>2</sup>K).

### 7.2.2. Określenie optymalnego usprawnienia dotyczącego wymiany okien oraz poprawy systemu wentylacji

Przegroda (symbol):	OZPIW				
Powierzchnia całkowita okien	$A_{ok}$ m <sup>2</sup>	5,40	wymiana okien w piwnicach		
Współczynnik przenikania ciepła okna przewidzianego do wymiany	$U_0$ W/(m <sup>2</sup> *K)	5,00	roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	$Q_0$ GJ/rok	5,884
Strumień powietrza wentylacyjnego odniesiony do warunków projekt.	$V_{nom}$ m <sup>3</sup> /h	73,7	zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	$q_0$ MW	0,001739

Usprawnienie	$U_1$	$N_{ok}$ jednostkowe	$A_{ok}$	$Q_1$	$q_1$	$\Delta O_{rOK} + \Delta O_{rW}$	$N_{ok} + N_w$	SPBT
	W/m <sup>2</sup> *K	zł/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	GJ/rok	MW	zł/rok	zł	lata
1	1,30	600,00	5,40	3,461	0,000899	234,84	3240,00	13,80
2	1,00	650,00	5,40	3,310	0,000853	248,30	3510,00	14,14

Wariant wybrany	$U_1$	$N_{ok}$ jednostkowe	$A_{ok}$	$Q_1$	$q_1$	$\Delta O_{rOK} + \Delta O_{rW}$	$N_{ok} + N_w$	SPBT
	W/m <sup>2</sup> *K	zł/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	GJ/rok	MW	zł/rok	zł	lata
1	1,30	600,00	5,40	3,461	0,000899	234,84	3240,00	13,80

dane do obliczeń:

	symbol	stan istniejący	wariant 1	wariant 2
strumień powietrza wentylacyjnego, m <sup>3</sup> /h	vobl	103,2	73,7	73,7
współczynnik przepływu, m <sup>3</sup> /(m <sup>3</sup> *h*daPa <sup>(2/3)</sup> )	a	3	0,5	0,5
współczynnik korekcyjny	$c_r$	1,2	1,0	1,0
współczynnik korekcyjny	$c_m$	1,4	1,0	1,0
współczynnik korekcyjny	$c_w$	1,2	1,2	1,2

### 7.3. Określenie optymalnych usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło do przygotowania ciepłej wody użytkowej

opis	jednostka	stan przed modernizacją	stan po modernizacji
ciepło właściwe wody, $c_w$	kJ/kg*K	4,19	4,19
gęstość wody, $\rho_w$	kg/dm <sup>3</sup>	1	1
współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu c.w.u., $k_R$	-	0,9	0,9
powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych, $A_f$	m <sup>2</sup>	377	377
jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową., $V_{wi}$	dm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> *doba	1,60	1,60
ilość osób, $L_i$	os	13	13
temperatura wody ciepłej w podgrzewaczu, $\theta_w$	°C	55	55
temperatura wody zimnej, $\theta_0$	°C	10	10
czas użytkowania, $t_R$	doba	365	365
roczne zapotrzebowanie na energię użytkową $Q_{w,rd}=V_{wi}*A_f*c_w*\rho_w*(\theta_w-\theta_0)*k_R*t_R/*3600$	kWh/rok	10 378,2	10 378,2
sprawność wytwarzania ciepła, $\eta_{w,g}$	-	0,85	0,85
sprawność przesyłu ciepłej wody, $\eta_{w,d}$	-	1,00	1,00
sprawność akumulacji, $\eta_{w,s}$	-	1,00	1,00
sprawność sezonowa wykorzystania, $\eta_{w,e}$	-	1,00	1,00
sprawność całkowita, $\eta_{w,tot}$	-	0,85	0,85
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego, $Q_{K,W}$	kWh/rok	12 209,61	12 209,61
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego, $Q_{K,W}$	GJ/rok	43,95	43,95
średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku, $V_{h\dot{s}r}=(A_f*V_{cw})/(18*1000)$	m <sup>3</sup> /h	0,03	0,03
współczynnik godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u., $N_h=9,32*L_i^{-0,244}$	-	4,98	4,98
zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1m <sup>3</sup> wody $Q_{cwi}=c_w*\rho_w*(\theta_w-\theta_0)*k_R/\eta_{w,tot}/10^6$	GJ/m <sup>3</sup>	0,20	0,20
maksymalna moc c.w.u. $q_{cwu}^{max}=V_{h\dot{s}r}*Q_{cwi}*N_h*10^6/3600$	kW	9,26	9,26
średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{sr}=q_{cwu}^{max}/N_h$	kW	1,86	1,86
koszty zmienne c.w.u.	zł/GJ	68,58	68,58
koszty stałe c.w.u.	zł/MW*mc	322,68	322,68
abonament c.w.u.	zł/mc	27,00	27,00
koszty wytworzenia c.w.u.	zł/rok	3 345,60	3 345,60



#### 7.4 Zestawienie optymalnych usprawnień w kolejności rosnącej wartości SPBT

Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lata]
strop pod dachem	22 227,80	10,2
ściana zewnętrzna	71 440,22	11,3
okna zewnętrzne klatek	4 050,00	11,5
okna zewnętrzne piwnic	3 240,00	13,8
ściana zewnętrzna piwnic	13 083,35	20,3

**7.5. Wybór optymalnego wariantu usprawnień termomodernizacyjnych poprawiających sprawność systemu grzewczego.**

współczynniki sprawności w stanie istniejącym	symbol	wartość
sprawność wytwarzania ciepła	$\eta_g$	0,91
sprawność przesyłania ciepła	$\eta_d$	0,90
sprawność regulacji i wykorzystania ciepła	$\eta_e$	0,87
sprawność akumulacji ciepła	$\eta_s$	1,00
Uwzględnienie przerwy na ogrzewania w okresie tygodnia	$w_t$	1,00
Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d$	0,95
sprawność całkowita systemu grzewczego	$\eta_g\eta_d\eta_e\eta_s$	0,72

**7.5.1. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność cieplną systemu grzewczego**

L.p.	opis wariantu	$\eta_w\eta_p\eta_r\eta_e$	$w_t$	$w_d$	SZE	$\Delta O_{roo}$	$N_{co}$	SPBT
		-	-	-	GJ/rok	zł/rok	zł	lata
1	stan istniejący	0,72	1,00	0,95	183,72	-	-	-

**7.5.2. Zestawienie usprawnień składający się na optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu ogrzewania.**

L.p.	Rodzaj usprawnień	Zmiana wartości współczynników sprawności			
1	<b>Wytwarzanie ciepła</b>	$\eta_g =$	0,91	→	0,91
	bez zmian				
2	<b>Przesyłanie ciepła ze źródła do przestrzeni ogrzewanej</b>	$\eta_d =$	0,90	→	0,90
	bez zmian				
3	<b>Regulacja i wykorzystanie ciepła</b>	$\eta_e =$	0,87	→	0,87
	bez zmian				
4	<b>Akumulacja ciepła</b>	$\eta_s =$	1,00	→	1,00
	bez zmian				
5	<b>Przerwy w czasie tygodnia</b>	$w_t =$	1,00	→	1,00
	bez zmian				
6	<b>Przerwy w czasie doby</b>	$w_d =$	0,95	→	0,95
	bez zmian				
Sprawność całkowita systemu : $\eta_g \eta_d \eta_e \eta_s =$		$\eta_{\text{całk}}$	0,72	→	0,72

**7.5.3. Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie dla poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych**

	Zapotrzebowanie mocy, MW	Zapotrzebowanie na ciepło GJ/a
STAN ISTNIEJĄCY	0,0395	183,72
Wariant		
w5 strop pod dachem	0,0349	149,65
w4 ściana zewnętrzna	0,0211	58,62
w3 okna zewnętrzne klatek	0,0201	55,47
w2 okna zewnętrzne piwnic	0,0199	54,84
w1 ściana zewnętrzna piwnic	0,0193	51,93

## 8. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
2. Ocenę wariantów pod względem spełnienia wymogów ustawowych
3. Wskazanie wariantu optymalnego do realizacji

### 8.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

W niniejszym podrozdziale uszeregowano przedsięwzięcia termomodernizacyjne wg rosnącego czasu zwrotu i sformułowano warianty termomodernizacji

	WARIANT 5				
	+				
	+	+			
	+	+	+		
	+	+	+	+	
	+	+	+	+	+
	strop pod dachem	ściana zewnętrzna	okna zewnętrzne klatek	okna zewnętrzne piwnic	ściana zewnętrzna piwnic

## 8.2. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite, [zł]	Roczna oszczędność 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	WARIANT 1	125 254,97	10 180,35	60,78%	125 254,97	25 050,99	20 040,80	20 360,71
2	WARIANT 2	112 171,62	9 921,47	59,44%	112 171,62	22 434,32	17 947,46	19 842,93
3	WARIANT 3	108 931,62	9 861,32	59,15%	108 931,62	21 786,32	17 429,06	19 722,65
4	WARIANT 4	104 881,62	9 538,38	57,69%	104 881,62	20 976,32	16 781,06	19 076,76
5	WARIANT 5	33 441,40	2 515,37	15,71%	33 441,40	6 688,28	5 350,62	5 030,75

## 9. Opis optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie dokonanej analizy, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku wybrano wariant nr 1

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. Oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie:	60,8%
2. Planowany kredyt jest zgodny z warunkami Ustawy i wynosi:	125 254,97 zł
3. Wielkość środków własnych inwestora spełnia jego oczekiwania i wynosi:	0,00 zł
4. Wysokość premii termomodernizacyjnej	20 040,80 zł

Z uwagi na przeprowadzone po roku 1984 zabiegi termomodernizacyjne (montaż podzielników kosztów, zaworów termostatycznych i podpionowych) wymagane zmniejszenie zużycia energii wynosi co najmniej 15 %.

**Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. Należy wykonać następujące prace:**

1. Docieplić ściany zewnętrzne styropianem o grubości 13 cm. Metoda lekka, mokra, BSO - bezspoinowy system ociepleń. Współczynnik przewodzenia ciepła styropianu  $\lambda=0,040$  W/(mK).
2. Docieplić ściany zewnętrzne piwnic styropianem ekstrudowanym o grubości 12 cm. Metoda lekka, mokra, BSO - bezspoinowy system ociepleń. Współczynnik przewodzenia ciepła styropianu ekstrudowanego  $\lambda=0,036$  W/(mK).
3. Docieplić strop pod dachem wełną mineralną o grubości 16 cm. Współczynnik przewodzenia ciepła wełny mineralnej  $\lambda=0,040$  W/(mK). Wykonać zabezpieczenie izolacji przed uszkodzeniami mechanicznymi (np. podłoga z płyt OSB).
4. Wykonać częściowe przymurowanie okien na klatkce schodowej, zamontować nowe okna zewnętrzne o współczynniku przenikania ciepła  $U= 1,3$  W/(m<sup>2</sup>K).
5. Wymienić stare okna zewnętrzne piwnic na nowe o współczynniku przenikania ciepła  $U= 1,3$  W/(m<sup>2</sup>K).
6. W zakresie modernizacji systemu grzewczego należy dostosować instalację (poprzez regulację hydrauliczną) do zmniejszonego zapotrzebowania na ciepło po termomodernizacji.

Koszty wykonania audytu energetycznego i projektu termomodernizacji zostały uwzględnione w całkowitych kosztach robót.

Kalkulacja kosztów. Kosztorys sporządzony według metody kalkulacji uproszczonej.

**Zakres: Modernizacja systemu grzewczego**

OPIS			WARTOŚĆ, zł (brutto)
Regulacja instalacji do zmniejszonego zapotrzebowania na ciepło.			5 000,00
RAZEM			5 000,00



Kalkulacja kosztów. Kosztorys sporządzony według metody kalkulacji uproszczonej.

**Zakres: Docieplenie przegród zewnętrznych budynku (ścian, stropów, stropodachów)**

OPIS	POWIERZCHNIA, m2	CENA JEDNOSTKOWA, zł/m2	WARTOŚĆ, zł (brutto)
<b>Przegroda 1 SZ</b> Ocieplenie ścian zewnętrznych poprzez przyklejenie płyt styropianu metodą lekką moką (bezsponowy system ociepleń). Grubość izolacji: 13 cm	389,32	183,50	71 440,22
<b>Przegroda 2 SZPIW</b> Ocieplenie ścian cokołu, piwnic do poziomu gruntu poprzez przyklejenie płyt styropianu ekstrudowanego metodą lekką moką (bezsponowy system ociepleń). Grubość izolacji: 12 cm	64,45	203,00	13 083,35
<b>Przegroda 3 STRD</b> Ocieplenie stropu pod dachem poprzez ułożenie płyt z wełny mineralnej. Zabezpieczenie izolacji np. płytami OSB. Grubość izolacji: 16 cm	158,77	140,00	22 227,80
<b>RAZEM</b>			106 751,37
Ocieplenie ościeży okiennych styropianem.	51,78	120,00	6 213,60

Kalkulacja kosztów. Kosztorys sporządzony według metody kalkulacji uproszczonej.

**Zakres: Wymiana okien i drzwi zewnętrznych**

OPIS	POWIERZCHNIA, m2	CENA JEDNOSTKOWA,	WARTOŚĆ, zł (brutto)
<b>Okno 1</b> <b>okna zewnętrzne klatek</b>  Wymiana starych okien zewnętrznych na nowe. Częściowe przymurowanie powierzchni.  Współczynnik U= 0,78 W/(m <sup>2</sup> K)	8,10	500,00	4 050,00
<b>Okno 2</b> <b>okna zewnętrzne piwnic</b>  Wymiana starych okien zewnętrznych na nowe.  Współczynnik U= 1,30 W/(m <sup>2</sup> K)	5,40	600,00	3 240,00
<b>RAZEM</b>			7 290,00

## 10. Załączniki

### 10.1. Załącznik nr 1 - Inwentaryzacja przegród budowlanych rozpatrywanego budynku

PRZEGRODA	SKRÓT Z OZC	NAZWA	WSP. U, W/m <sup>2</sup> K	POWIERZCHNIA, m <sup>2</sup>
Przegroda 1	SZ	ściana zewnętrzna	1,33	389,32
Przegroda 2	SZPIW	ściana zewnętrzna piwnic	1,33	64,45
Przegroda 3	STRD	strop pod dachem	0,96	158,77
Okno 1	OZKL	okna zewnętrzne klatek	5,00	8,10
Okno 2	OZPIW	okna zewnętrzne piwnic	5,00	5,40
Okno 3	OZS	okna zewnętrzne stare	2,60	12,60
Okno 4	OZN	okna zewnętrzne nowe	1,60	50,40
Drzwi 1	DZKL	drzwi zewnętrzne klatek	2,00	2,10

### 10.2. Załącznik nr 2 - Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

	pomieszczenie	ilość	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h
	Łazienka	6	50	300
	Kuchnia	6	70	420
	Oddzielne wc	0	30	0
	Klatki schodowe	111,10	1 wym/h	111,1
	Piwnice	247,80	0,3 wym/h	74,3
	suma		Ψ=	905,4

### 10.3. Załącznik nr 3 - Obliczenie zapotrzebowania ciepła - wydruk z programu













Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Miejscowość:	Sosnowiec	
Adres:	ul. Hutnicza 1 - stan istniejący	
Projektant:		
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	III	
Projektowa temperatura zewnętrzna $\theta_e$ :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ :	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Katowice	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	377,0	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	1017,9	m <sup>3</sup>
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :	32913	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :	6541	W
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	39454	W
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	39454	W
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Katowice	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$ :	860,5	m <sup>3</sup> /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	183,72	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	51033	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	377	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	1017,9	m <sup>3</sup>
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	487,3	MJ/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	135,4	kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	180,5	MJ/(m <sup>3</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	50,1	kWh/(m <sup>3</sup> ·rok)






Wyniki - Bilans zapotrzebowania na energię na ogrzewanie wg normy PN-EN ISO 13790

Miesiąc	$T_{em,m}$	$Q_D$	$Q_{iw}$	$Q_g$	$Q_{ve}$	$\eta_{H,gn}$	$Q_{sol}$	$Q_{int}$	$Q_{H,nd}$	$H_{tr,adj}$	$H_{ve,adj}$
	°C	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok		GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	W/K	W/K
Styczeń	-1,9	34,38	13,27	0,00	15,11	0,944	4,97	18,61	40,48	908,59	296,19
Luty	-2,4	31,85	12,34	0,00	15,50	0,940	6,44	16,81	37,83	909,64	296,19
Marzec	3,0	25,68	10,53	0,00	11,22	0,849	10,50	18,61	22,72	920,08	296,19
Kwiecień	8,2	15,97	7,10	0,00	7,12	0,649	14,79	18,01	8,89	823,89	246,23
Maj	13,4	8,55	4,25	0,00	3,69	0,395	19,14	18,61	1,59	853,54	246,23
Czerwiec	16,0	4,44	2,42	0,00	1,98	0,235	18,46	18,01	0,28	881,03	246,23
Lipiec	17,8	1,83	1,27	0,00	0,79	0,101	19,78	18,61	0,02	964,48	246,23
Sierpień	17,7	1,99	1,21	0,00	0,86	0,112	17,20	18,61	0,03	916,52	246,23
Wrzesień	13,0	8,87	3,61	0,00	3,96	0,449	14,30	18,01	1,92	802,30	246,23
Październik	9,3	14,82	5,93	0,00	6,40	0,671	9,89	18,61	8,02	798,67	246,23
Listopad	4,2	22,79	8,84	0,00	10,27	0,871	5,72	18,01	21,24	905,76	296,19
Grudzień	-2,0	34,55	13,02	0,00	15,19	0,947	4,68	18,61	40,71	902,96	296,19
W sezonie	8,1	205,72	83,77	0,00	92,09	0,542	145,87	219,17	183,72	-3323	-1645

Wyniki - Zestawienie przegród











Symbol	Opis	U	A
		W/m <sup>2</sup> ·K	m <sup>2</sup>
 DZKL	drzwi zewnętrzne klatek	2,000	2,10
 OZS	okna zewnętrzne stare	2,600	12,60
 OZPIW	okna zewnętrzne piwnic	5,000	5,40
 OZN	okna zewnętrzne nowe	1,600	50,40
 OZKL	okna zewnętrzne klatek	5,000	8,10
 PG	podłoga na gruncie	0,467	165,39
 STRPIW	strop nad piwnicą	0,999	147,90
 STRD	strop pod dachem	0,960	165,39
 SZPIW	ściana zewnętrzna piwnic	1,330	59,68
 SZDOC	ściana zewnętrzna	0,267	81,72
 SZ	ściana zewnętrzna	1,330	338,54
 SG	ściana zewnętrzna przy gruncie	0,789	70,77

Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	$\lambda$	$\rho$	$c_p$	R
	m		W/(m·K)	kg/m <sup>3</sup>	kJ/(kg·K)	m <sup>2</sup> ·K/W
 PG	podłoga na gruncie					
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
Ściana przy podłodze: SG						
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej $Z_{gw}$ : 9,90 m						
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 0,10 m						
 BET-CHUDY	0,0400	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,038
 PAPA-ASF	0,0040	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,022
 BETON-1900	0,0300	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,030
 GRUZOBETON	0,1000	Gruzobeton.	1,000	1900	0,840	0,100
 PIASEK-SR	0,1000	Piasek średni.	0,400	1650	0,840	0,250
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania $R_g$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						1,700
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:						2,140
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						0,467
 SG	ściana zewnętrzna przy gruncie					
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
Podłoga przyległa do ściany: PG						
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 1,20 m						
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
 CEGŁA-PEŁN	0,4200	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,545
 PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania $R_g$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,676
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:						1,268
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						0,789
 STRD	strop pod dachem					
Rodzaj przegrody: Strop pod nieogr. poddaszem, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 TYNK-CEM	0,0300	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,030
 PŁ-WIÓ-CE6	0,0800	Płyty wiórkowo-cementowe - gęstość 600 k	0,150	600	2,090	0,533
 STR-AKER22	0,2200	Strop gęstożebrowy z wypełnieniem pustak		1300	0,840	0,260
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,100
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,100
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:						1,042
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						0,960
 STRPIW	strop nad piwnicą					
Rodzaj przegrody: Strop ciepło do dołu, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 BUK	0,0030	Drewno bukowe w poprzek włókien.	0,220	800	2,510	0,014
 TYNK-CEM	0,0200	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,020
 PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028



Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	$\lambda$	$\rho$	$c_p$	R
	m		W/(m·K)	kg/m <sup>3</sup>	kJ/(kg·K)	m <sup>2</sup> ·K/W
 PŁYT-PIL-P	0,0220	Płyty pilśniowe porowate.	0,050	300	2,510	0,440
 ŻELBET	0,2400	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,141
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,170
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,170
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						1,001
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						0,999
 SZ	ściana zewnętrzna					
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
 CEGŁA-PEŁN	0,4200	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,545
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,130
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,752
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						1,330
 SZDOC	ściana zewnętrzna					
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
 CEGŁA-PEŁN	0,4200	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,545
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
 STYROPIANS	0,1200	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	30	1,460	3,000
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,130
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						3,752
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						0,267
 SZPIW	ściana zewnętrzna piwnic					
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
 CEGŁA-PEŁN	0,4200	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,545
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,130
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,752
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						1,330













Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Miejscowość:	Sosnowiec	
Adres:	ul. Hutnicza 1 - stan po modernizacji	
Projektant:		
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	III	
Projektowa temperatura zewnętrzna $\theta_e$ :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ :	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Katowice	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	377,0	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	1017,9	m <sup>3</sup>
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :	12758	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :	6541	W
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	19299	W
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	19299	W
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Katowice	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$ :	831,1	m <sup>3</sup> /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	51,93	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	14425	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	377	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	1017,9	m <sup>3</sup>
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	137,7	MJ/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	38,3	kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	51,0	MJ/(m <sup>3</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	14,2	kWh/(m <sup>3</sup> ·rok)







Wyniki - Bilans zapotrzebowania na energię na ogrzewanie wg normy PN-EN ISO 13790

Miesiąc	$T_{em,m}$	$Q_D$	$Q_{iw}$	$Q_g$	$Q_{ve}$	$\eta_{H,gn}$	$Q_{sol}$	$Q_{int}$	$Q_{H,nd}$	$H_{tr,adj}$	$H_{ve,adj}$
	°C	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok		GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	W/K	W/K
Styczeń	-1,9	14,05	5,76	0,00	14,83	0,906	4,95	18,61	13,30	367,65	285,73
Luty	-2,4	13,01	5,40	0,00	15,21	0,903	6,38	16,81	12,67	368,99	285,73
Marzec	3,0	10,60	5,00	0,00	11,08	0,739	10,32	18,61	5,29	382,01	285,73
Kwiecień	8,2	6,72	3,69	0,00	7,12	0,503	14,48	18,01	1,20	372,01	246,23
Maj	13,4	3,60	2,54	0,00	3,69	0,261	18,70	18,61	0,10	409,17	246,23
Czerwiec	16,0	1,87	1,58	0,00	1,98	0,150	18,02	18,01	0,01	443,42	246,23
Lipiec	17,8	0,77	0,99	0,00	0,79	0,067	19,30	18,61	0,00	547,58	246,23
Sierpień	17,7	0,84	0,86	0,00	0,86	0,072	16,82	18,61	0,00	487,42	246,23
Wrzesień	13,0	3,73	1,63	0,00	3,96	0,288	14,05	18,01	0,09	344,94	246,23
Październik	9,3	6,24	2,61	0,00	6,40	0,505	9,79	18,61	0,90	340,41	246,23
Listopad	4,2	9,44	3,78	0,00	10,16	0,770	5,68	18,01	5,13	364,05	285,73
Grudzień	-2,0	14,12	5,39	0,00	14,91	0,909	4,67	18,61	13,24	360,60	285,73
W sezonie	8,1	84,97	39,22	0,00	90,99	0,451	143,17	219,17	51,93	-642,1	-1249

Wyniki - Zestawienie przegród

Symbol	Opis	U	A
		W/m <sup>2</sup> ·K	m <sup>2</sup>
 DZKL	drzwi zewnętrzne klatek	2,000	2,10
 OZS	okna zewnętrzne stare	2,600	12,60
 OZPIW	okna zewnętrzne piwnic	1,300	5,40
 OZN	okna zewnętrzne nowe	1,600	50,40
 OZKL	okna zewnętrzne klatek	0,775	8,10
 PG	podłoga na gruncie	0,467	165,39
 STRPIW	strop nad piwnicą	0,999	147,90
 STRD	strop pod dachem	0,198	165,39
 SZPIW	ściana zewnętrzna piwnic	0,245	59,68
 SZDOC	ściana zewnętrzna	0,267	81,72
 SZ	ściana zewnętrzna	0,250	338,54
 SG	ściana zewnętrzna przy gruncie	0,789	70,77

Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	$\lambda$	$\rho$	$c_p$	R
	m		W/(m·K)	kg/m <sup>3</sup>	kJ/(kg·K)	m <sup>2</sup> ·K/W
 PG	podłoga na gruncie					
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
Ściana przy podłodze: SG						
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej $Z_{gw}$ : 9,90 m						
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 0,10 m						
 BET-CHUDY	0,0400	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,038
 PAPA-ASF	0,0040	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,022
 BETON-1900	0,0300	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,030
 GRUZOBETON	0,1000	Gruzobeton.	1,000	1900	0,840	0,100
 PIASEK-SR	0,1000	Piasek średni.	0,400	1650	0,840	0,250
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania $R_g$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						1,700
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:						2,140
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						0,467
 SG	ściana zewnętrzna przy gruncie					
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
Podłoga przyległa do ściany: PG						
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 1,20 m						
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
 CEGŁA-PEŁN	0,4200	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,545
 PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania $R_g$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,676
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:						1,268
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						0,789
 STRD	strop pod dachem					
Rodzaj przegrody: Strop pod nieogr. poddaszem, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 WEŁNA-0,04	0,1600	Płyty z wełny mineralnej - ułożone szcze	0,040	130	0,750	4,000
 TYNK-CEM	0,0300	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,030
 PŁ-WIÓ-CE6	0,0800	Płyty wiórkowo-cementowe - gęstość 600 k	0,150	600	2,090	0,533
 STR-AKER22	0,2200	Strop gęstożebrowy z wypełnieniem pustak		1300	0,840	0,260
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,100
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,100
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:						5,042
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						0,198
 STRPIW	strop nad piwnicą					
Rodzaj przegrody: Strop ciepło do dołu, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 BUK	0,0030	Drewno bukowe w poprzek włókien.	0,220	800	2,510	0,014
 TYNK-CEM	0,0200	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,020

Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	$\lambda$	$\rho$	$c_p$	R
	m		W/(m·K)	kg/m <sup>3</sup>	kJ/(kg·K)	m <sup>2</sup> ·K/W
PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028
PŁYT-PIL-P	0,0220	Płyty pilśniowe porowate.	0,050	300	2,510	0,440
ŻELBET	0,2400	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,141
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,170
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,170
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						1,001
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						0,999
SZ	ściana zewnętrzna					
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
CEGŁA-PEŁN	0,4200	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,545
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
STYROPIANS	0,1300	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	30	1,460	3,250
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,130
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						4,002
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						0,250
SZDOC	ściana zewnętrzna					
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
CEGŁA-PEŁN	0,4200	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,545
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
STYROPIANS	0,1200	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	30	1,460	3,000
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,130
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						3,752
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						0,267
SZPIW	ściana zewnętrzna piwnic					
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
CEGŁA-PEŁN	0,4200	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,545
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
STYROPOR36	0,1200	Styropor.	0,036	22	1,400	3,333
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,130
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						4,085
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						0,245

Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	$\lambda$	$\rho$	$c_p$	R
	m		W/(m·K)	kg/m <sup>3</sup>	kJ/(kg·K)	m <sup>2</sup> ·K/W