



WOJEWÓDZKI FUNDUSZ
OCHRONY ŚRODOWISKA
I GOSPODARKI WODNEJ
W GDAŃSKU



Ministerstwo
Klimatu i Środowiska

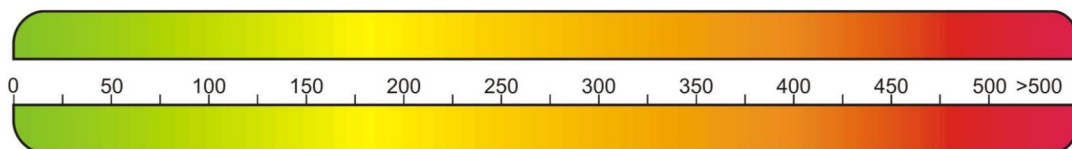


Narodowy Fundusz
Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej

DOFINANSOWANE ZE ŚRODKÓW WOJEWÓDZKIEGO FUNDUSZU OCHRONY ŚRODOWISKA I GOSPODARKI WODNEJ
W GDAŃSKU ORAZ NARODOWEGO FUNDUSZU OCHRONY ŚRODOWISKA I GOSPODARKI WODNEJ

ŚRODKI I METODY OCENY JAKOŚCI ENERGETYCZNEJ BUDYNKÓW ORAZ ICH DIAGNOSTYKI ENERGETYCZNEJ

AUDYTING ENERGETYCZNY - WARSZTATY



WZÓR ŚWIADCZWA CHARAKTERYSTYKI ENERGETYCZNEJ BUDYNKU

WZÓR ŚWIADCZWA CHARAKTERYSTYKI ENERGETYCZNEJ BUDYNKU			
Numer świadectwa			
Opisany budynek			
Adres budynku		Zajęcie budynku	
Budynek, w którym mieszka w art. 3 ust. 2 ustawy			
Miejsce wyznaczenia charakterystyki energetycznej			
Powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (powierzchnia ogrzewania lub chłodzenia A _{reg} [m ²])			
Powierzchnia użytkowa [m ²]			
Wskaznik dla (przebiegu)			
Czyli pomiarowe, według której danych wyznaczona jest charakterystyka energetyczna			
Ocena charakterystyki energetycznej budynku			
Wskaznik charakterystyki energetycznej	Ocena budynek	Wymaganie dla nowego budynku według przepisów techniczno-budowlanych	
Wskaznik rocznego zapotrzebowania na energię użytkową	EU – kWh/(m ² ·rok)		
Wskaznik rocznego zapotrzebowania na energię kaloryczną	E _k – kWh/(m ² ·rok)		
Wskaznik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną	EP – kWh/(m ² ·rok)	EP – kWh/(m ² ·rok)	
Wskaznik wskaźnik emisji CO ₂	E _{CO2} – tCO ₂ /(m ² ·rok)		
Udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię kaloryczną	M _{re} – %		
Wskaznik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP [kWh/(m ² ·rok)]			
↓			
Ocena budynek			
↓			
Wymaganie dla nowego budynku			
↓			
Obliczeniowa roczna ilość zużycia energii i koszt energii przez budynek			
System techniczny	Roczny zużycie energii lub energii	Średni koszt energii lub energii	Jednostka/(m ² ·rok)
Ogrzewanie	1)		
Przygotowanie ciepłej wody użytkowej	2)		
Chłodzenie	3)		
Wydawanej instalacji oświetlenia	4)		
	5)		

Wypisujemy z centralnego rejestru charakterystyki energetycznej budynków

dr inż. Teresa Żurek

1. ZAKRES SZKOLENIA

Zakres szkolenia warsztatowego obejmuje następujące zagadnienia:

- 1) Zapoznanie się z programem komputerowym stosowanym do obliczeń energetycznych budynków w procesie ich audytowania (AUDYTOR OZC) oraz z programami autorskimi na arkuszach kalkulacyjnych Excela opracowanymi na potrzeby wykonywania audytów energetycznych i świadectw charakterystyki energetycznych budynków.
- 2) Zadanie nr 1
 - a) Część I - Analiza zakresu i wyników audytu energetycznego.
Ćwiczenia przeprowadzane będą przy użyciu programu AUDYTOR OZC w wersji edukacyjnej oraz programu autorskiego do wykonywania audytów opracowanego na arkuszach kalkulacyjnych Excela.
Ćwiczenia będą obejmowały ocenę izolacyjności cieplnej budynku oraz analizę etapów wykonywania i wyników audytu energetycznego prostego budynku mieszkalnego w oparciu o przygotowany algorytm obliczeń na arkuszu Excela w połączeniu z obliczeniami programem komputerowym AUDYTOR OZC.
 - b) Część 2 – Analiza zakresu i wyników świadectwa charakterystyki energetycznej
Świadectwo zostanie wykonane dla budynku analizowanego w części I – dla stanu wyjściowego przed termomodernizacją, przy czym zostanie wykorzystany i rozbudowany model obliczeniowy z części I zadania zbudowany do celów audytu energetycznego.
Obliczenia zostaną przeprowadzone w oparciu o program AUDYTOR OZC.
- 3) Zadanie nr 2
Wykonanie świadectwa charakterystyki energetycznej dla budynku po termomodernizacji.
Ćwiczenie wykonywane będzie samodzielnie przez uczestników warsztatów przy wykorzystaniu programu AUDYTOR OZC.
Obejmuje budowę modelu obliczeniowego dla budynku z zadania nr 1 dla stanu po termomodernizacji przeprowadzonej zgodnie z wynikami audytu energetycznego przeanalizowanego w zadaniu nr 1.
Do modelu wyjściowego z zadania nr 1 uczestnicy wprowadzą zmiany odpowiadające zmianie izolacyjności cieplnej przegród budowlanych po ich dociepleniu i wymianie okien oraz zmiany sprawności po modernizacji systemu grzewczego.
Zostanie przeanalizowany wpływ termomodernizacji na poprawę jakości energetycznej budynku oraz zmiany wskaźników EP, EK i EU.
- 4) Zadanie nr 3
Szczegółowa analiza zakresu i etapów obliczeń świadectwa charakterystyki energetycznej przykładowego budynku wielorodzinnego
Zadanie realizowane będzie przy pomocy programu autorskiego na arkuszach Excela w formie demonstracyjnej wykonywanej przez wykładowcę przy czynnym współudziale uczestników szkolenia.
- 5) Zadanie nr 4
Diagnostyka izolacyjności cieplnej budynków przy zastosowaniu kamery termowizyjnej (podstawowe zasady badań termowizyjnych, znajomość z kamerą termowizyjną, własnoręczne wykonanie przez uczestników przykładowych zdjęć termowizyjnych przy zastosowaniu kamery termowizyjnej i ich analiza).
Przykładowe zdjęcia termowizyjne obiektów zostaną wykonane przez uczestników szkolenia na terenie szkoły będącej miejscem lokalizacji zajęć.
- 6) Możliwości zdobycia nowej profesji (audytor energetyczny, specjalista do spraw diagnostyki termowizyjnej budynków).

2. CELE I ZADANIA AUDYTINGU ENERGETYCZNEGO

Audyty są obecnie niezbędnym elementem działań mających na celu zmniejszenie zużycia energii. Jest to rodzaj ekspertyzy techniczno-ekonomicznej stanowiącej bazę do przygotowania modernizacji mającej na celu poprawę efektywności energetycznej.

Sporządzanie audytów jest z reguły powiązane ze staraniami o uzyskanie wsparcia finansowego dla planowanych przedsięwzięć modernizacyjnych.

Generalnie wykonuje się następujące rodzaje audytów: audyt energetyczny, audyt remontowy, audyt efektywności energetycznej i audyt energetyczny przedsiębiorstwa.

W praktyce największą liczbę opracowań stanowią audyty energetyczne

Audyt energetyczny dotyczy usprawnień termomodernizacyjnych i jego celem jest zmniejszenie zużycia energii cieplnej (często wykonywany jest jako uzasadnienie wniosku o premię termomodernizacyjną).

Definicja audytu energetycznego:

- ▶ Opracowanie określające zakres i parametry techniczne oraz ekonomiczne przedsięwzięcia termomodernizacyjnego
- ⇒ **ze wskazaniem rozwiązania optymalnego**
(w szczególności z punktu widzenia kosztów realizacji tego przedsięwzięcia oraz oszczędności energii)
- ▶ Opracowanie stanowiące jednocześnie założenia do projektu budowlanego dotyczącego realizowanego przedsięwzięcia.

Audyty energetyczne są obecnie niezbędnym elementem działań mających na celu zmniejszenie zużycia energii cieplnej. Jest to rodzaj ekspertyzy techniczno-ekonomicznej stanowiącej bazę do przygotowania termomodernizacji mającej na celu poprawę jakości energetycznej budynku.

Sporządzanie audytów jest z reguły powiązane ze staraniami o uzyskanie wsparcia finansowego dla planowanych przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Zakres audytu energetycznego obejmuje wykonanie następujących analiz:

- ☞ przeprowadzenie prawidłowej oceny stanu istniejącego;
- ☞ określenie możliwości i sposobów poprawy stanu istniejącego;
- ☞ ocena efektywności ekonomicznej możliwych usprawnień termomodernizacyjnych
- ☞ wybór optymalnego wariantu termomodernizacji do realizacji.

Podstawowe etapy wykonywania audytu energetycznego budynku pokazano na schemacie zamieszczonym na rys. 2.1.

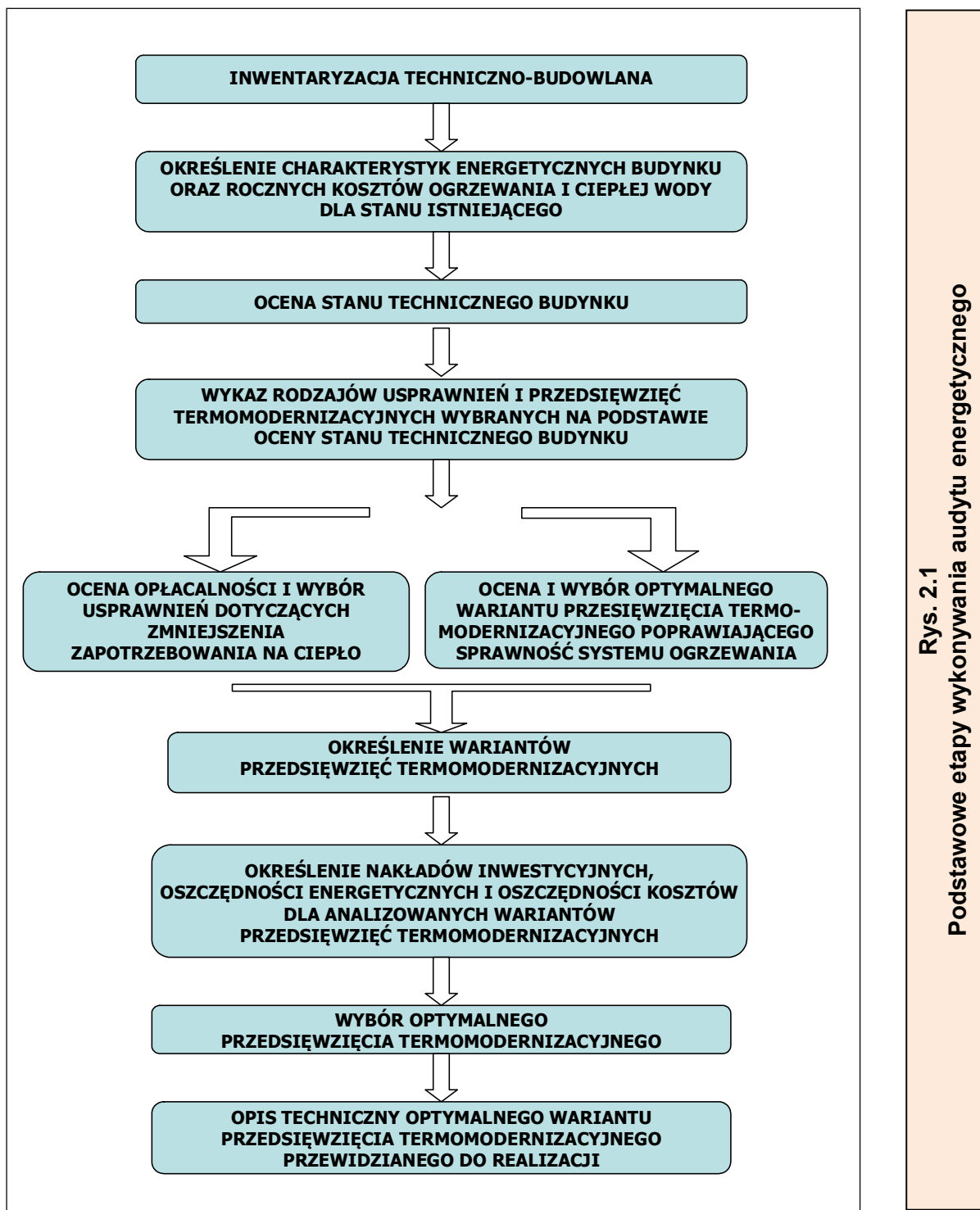
Jedną z podstawowych zasad prawidłowo przeprowadzonej termomodernizacji jest termorenowacja struktury budowlanej łącznie z modernizacją systemu grzewczego.

W związku z powyższym wszystkie analizowane w audycie warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych (w tym wariant optymalny proponowany do realizacji) zawierają usprawnienie „Modernizacja systemu grzewczego).

Sposób typowania do analizy w audycie poszczególnych wariantów usprawnień termomodernizacyjnych pokazano w tabeli 2.1.

Podstawa prawna wykonywania audytów energetycznych:

- Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów oraz o centralnej ewidencji emisyjności budynków (Tekst jednolity z dn. 13.01.2022 r., Dz.U. 2022, poz. 438).
- 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 algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. nr 43 z 2009 r., poz. 346 z późn. zmianami).



Rys. 2.1
Podstawowe etapy wykonywania audytu energetycznego

Tabela 2.1
Określenie wariantów usprawnień termomodernizacyjnych analizowanych w audycie

Lp.	Zakres usprawnień	Oznaczenie wariantu						
		A	B	C	D	E	F	G
1	System grzewczy + U1+U2+U3+U4+U5+U6	+						
2	System grzewczy + U1+U2+U3+U4+U5	+	+					
3	System grzewczy + U1+U2+U3+U4	+	+	+				
4	System grzewczy + U1+U2+U3	+	+	+	+			
5	System grzewczy + U1+U2	+	+	+	+	+		
6	System grzewczy + U1	+	+	+	+	+	+	
7	System grzewczy	+	+	+	+	+	+	+

gdzie: U – usprawnienia dotyczące struktury budowlanej obiektu

3. CELE I ZADANIA CERTYFIKACJI ENERGETYCZNEJ BUDYNKÓW

Jednym z elementów służących poprawie jakości energetycznej budynków jest wprowadzony we wszystkich krajach Unii Europejskiej system oceny ich charakterystyki energetycznej czyli system świadectw energetycznych.

Świadectwo charakterystyki energetycznej budynku SCHE (zwane też czasem certyfikatem lub paszportem energetycznym) jest dokumentem zawierającym podstawowe dane obiektu oraz wskaźniki zużycia energii, które pozwalają określić poziom jakości energetycznej budynku lub części budynku.

Aktualnie istnieje obowiązek wykonywania świadectw w momencie oddawania budynków do użytkowania oraz przekazywania świadectw nabywcom w momencie sprzedaży nieruchomości lub udostępniania ich najemcom w sytuacjach wynajmu.

W oparciu o informacje zawarte w świadectwie użytkownik (właściciel lub najemca) ma możliwość określić zapotrzebowanie na energię danego obiektu oraz związane z nim koszty użytkowania.

Charakterystyka energetyczna wyrażona jest poprzez wskaźnik **EP** określający wielkość rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną (niezbędną do zaspokojenia potrzeb związanych z użytkowaniem budynku lub części budynku) odniesioną do 1 m² pomieszczeń o regulowanej temperaturze.

$$\text{Charakterystyka energetyczna EP} = \frac{\text{nieodnawialna energia pierwotna (roczna)}}{\text{powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze}} \quad [\text{kWh}/(\text{m}^2 \text{ rok})]$$

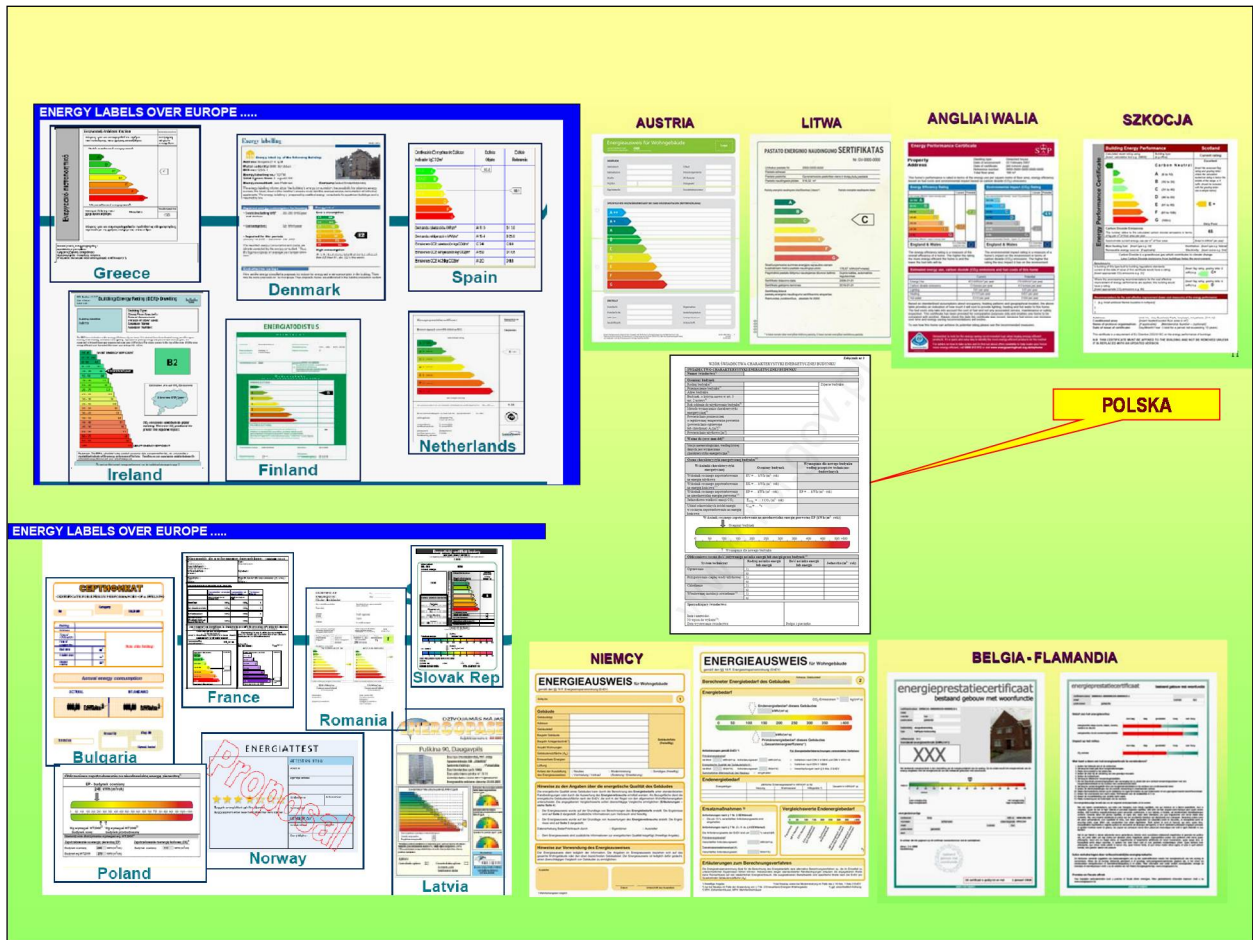
Na rys. 3.1 pokazano etapy określania charakterystyki energetycznej wymagane w SCHE.



Rys. 3.1 Podstawowe etapy określania charakterystyki energetycznej

Charakterystyka energetyczna może być wyrażona na SCHE w postaci klas lub skali suwakowej – w Polsce przyjęto system suwakowy.

Sposoby przedstawiania charakterystyki energetycznej przyjęte w UE przedstawiono na rys. 3.2.



Rys. 3.2 Sposoby przedstawiania charakterystyki energetycznej przyjęte w UE

WZÓR ŚWIADCTWA CHARAKTERYSTYKI ENERGETYCZNEJ BUDYNKU			
ŚWIADCTWO CHARAKTERYSTYKI ENERGETYCZNEJ BUDYNKU			
Numer świadectwa ¹⁾			
Oceniany budynek			
Rodzaj budynku ²⁾		Zdjęcie budynku	
Przeznaczenie budynku ³⁾			
Adres budynku			
Budynek, o którym mowa w art. 3 ust. 2 ustawy ⁴⁾			
Rok oddania do użytkowania budynku ⁵⁾			
Metoda wyznaczania charakterystyki energetycznej ⁶⁾			
Powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (powierzchnia ogrzewana lub chłodzona) A_{r} [m ²] ⁷⁾			
Powierzchnia użytkowa [m ²]			
Ważne do (rrrr-mm-dd) ⁸⁾			
Stacja meteorologiczna, według której danych wyznaczana jest charakterystyka energetyczna ⁹⁾			
Ocena charakterystyki energetycznej budynku¹⁰⁾			
Wskaźniki charakterystyki energetycznej	Oceniany budynek	Wymagania dla nowego budynku według przepisów techniczno-budowlanych¹¹⁾	
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię użytkową	EU = ... kWh/(m ² · rok)		
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową ¹²⁾	EK = ... kWh/(m ² · rok)		
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną ¹³⁾	EP = ... kWh/(m ² · rok)		
Jednostkowa wielkość emisji CO ₂	E _{CO2} = ... t CO ₂ /(m ² · rok)		
Udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową	U _{odn} = ... %		
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP [kWh/(m ² · rok)]			
Obliczeniowa roczna ilość zużywanego nośnika energii lub energii przez budynek¹⁴⁾			
System techniczny	Rodzaj nośnika energii lub energii	Ilość nośnika energii lub energii	Jednostka/(m² · rok)
Ogrzewania	l) n)		
Przygotowania ciepłej wody użytkowej	l) n)		
Chłodzenia	l) n)		
Wbudowanej instalacji oświetlenia ¹⁵⁾	l) n)		

Wygenerowano z centralnego rejestru charakterystyki energetycznej budynków

WZÓR ŚWIADCTWA CHARAKTERYSTYKI ENERGETYCZNEJ CZĘŚCI BUDYNKU			
ŚWIADCTWO CHARAKTERYSTYKI ENERGETYCZNEJ CZĘŚCI BUDYNKU			
Numer świadectwa ¹⁾			
Oceniana część budynku			
Rodzaj budynku ²⁾		Zdjęcie budynku	
Przeznaczenie budynku ³⁾			
Adres budynku			
Budynek, o którym mowa w art. 3 ust. 2 ustawy ⁴⁾			
Rok oddania do użytkowania budynku ⁵⁾			
Metoda wyznaczania charakterystyki energetycznej ⁶⁾			
Powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (powierzchnia ogrzewana lub chłodzona) A_{r} [m ²] ⁷⁾			
Powierzchnia użytkowa części budynku [m ²]			
Ważne do (rrrr-mm-dd) ⁸⁾			
Stacja meteorologiczna, według której danych wyznaczana jest charakterystyka energetyczna ⁹⁾			
Ocena charakterystyki energetycznej części budynku¹⁰⁾			
Wskaźniki charakterystyki energetycznej	Oceniana część budynku		
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię użytkową	EU = ... kWh/(m ² · rok)		
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową ¹¹⁾	EK = ... kWh/(m ² · rok)		
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną ¹²⁾	EP = ... kWh/(m ² · rok)		
Jednostkowa wielkość emisji CO ₂	E _{CO2} = ... t CO ₂ /(m ² · rok)		
Udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową	U _{odn} = ... %		
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP [kWh/(m ² · rok)]			
Obliczeniowa roczna ilość zużywanego nośnika energii lub energii przez część budynku¹³⁾			
System techniczny	Rodzaj nośnika energii lub energii	Ilość nośnika energii lub energii	Jednostka/(m² · rok)
Ogrzewania	l) n)		
Przygotowania ciepłej wody użytkowej	l) n)		
Chłodzenia	l) n)		
Wbudowanej instalacji oświetlenia ¹⁴⁾	l) n)		

Wygenerowano z centralnego rejestru charakterystyki energetycznej budynków

Rys. 3.3÷3.4 Wzory SCHE dla budynku i części budynku stosowane w Polsce

Zgodnie z polskimi przepisami SCHE muszą być rejestrowane w Centralnym Rejestrze Charakterystyki Energetycznej Budynków prowadzonym przez Ministerstwo Rozwoju i Technologii.

Podstawy prawne wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej:

- Ustawa z dnia 20 maja 2016 r. o efektywności energetycznej (t.j. Dz.U. 2021, poz. 468 z późn. zmianami)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. z dn. 18.03.2015 r., poz. 376 z późn. zmianami).

4. MATERIAŁY POMOCNICZE DO ĆWICZEŃ

4.1 Ocena izolacyjności cieplnej budynków

Ocenę izolacyjności cieplnej budynków przeprowadza się w oparciu o tzw. współczynnik przenikania ciepła.

Wymagania dotyczące wartości współczynnika przenikania ciepła dla podstawowych przegród budowlanych obiektów określone są w następujących przepisach (dalej zwanych WT):

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie

(Dz.U. nr 75 z dn. 15.06.2002 r., poz. 690 z późn. zmianami).

Ze względu na wymagania unijne dotyczące poprawy jakości energetycznej budynków we wszystkich krajach UE, polskie wymagania dotyczące izolacyjności cieplnej obiektów w okresie ostatnich 10 lat uległy znacznemu obostrzeniu. Nowe wymagania były wprowadzane w trzech etapach w okresie od 2014 do 2021 r.

Zmiany przepisów oraz obowiązujące obecnie wymagania dotyczące izolacyjności cieplnej podstawowych przegród budowlanych oraz okien i drzwi zewnętrznych pokazano w tabelach 4.1 i 4.2.

Tabela 4.1 Wymagania dotyczące wartości współczynnika przenikania ciepła U_c dla przegród budowlanych wg WT

Lp.	Rodzaj przegrody i temperatura w pomieszczeniu	Współczynnik przenikania ciepła $U_{c(max)}$ [W/(m ² ·K)]		
		od 1.01.2014 r.	od 1.01.2017 r.	od 31.12.2020 r.
1	Ściany zewnętrzne:			
	a) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,25	0,23	0,20
	b) przy $8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$		0,45	
	c) przy $t_i < 8^\circ\text{C}$		0,90	
2	Ściany wewnętrzne:			
	a) przy $\Delta t_i \geq 8^\circ\text{C}$ oraz oddzielające pomieszczenia ogrzewane od klatek schodowych i korytarzy		1,00	
	b) przy $\Delta t_i < 8^\circ\text{C}$		bez wymagań	
	c) oddzielające pomieszczenie ogrzewane od nieogrzewanego		0,30	
3	Ściany przyległe do szczelin dylatacyjnych o szerokości:			
	a) do 5 cm, trwale zamkniętych i wypełnionych izolacją cieplną na głębokości co najmniej 20 cm		1,00	
	b) powyżej 5 cm, niezależnie od przyjętego sposobu zamknięcia i zaizolowania szczeliny		0,70	
4	Ściany nieogrzewanych kondygnacji podziemnych		bez wymagań	
5	Dachy, stropodachy i stropy pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami:			
	a) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,20	0,18	0,15
	b) przy $8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$		0,30	
	c) przy $t_i < 8^\circ\text{C}$		0,70	
6	Podłogi na gruncie:			
	a) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$		0,30	
	b) przy $8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$		1,20	
	c) przy $t_i < 8^\circ\text{C}$		1,50	

7	Stropy nad pomieszczeniami nieogrzewanymi i zamkniętymi przestrzeniami podpodłogowymi:		
	a) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$		0,25
	b) przy $8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$		0,30
	c) przy $t_i < 8^\circ\text{C}$		1,00
8	Stropy nad ogrzewanymi pomieszczeniami podziemnymi i stropy międzykondygnacyjne:		
	a) przy $\Delta t_i \geq 8^\circ\text{C}$		1,00
	b) przy $\Delta t_i < 8^\circ\text{C}$		bez wymagań
	c) oddzielające pomieszczenie ogrzewane od nieogrzewanego		0,25

Tabela 4.2

Wymagania dotyczące wartości współczynnika przenikania ciepła U dla okien i drzwi wg WT

Lp.	Okna, drzwi balkonowe i drzwi zewnętrzne	Współczynnik przenikania ciepła $U_{(max)}$ [W/(m ² ·K)]		
		od 1.01.2014 r.	od 1.01.2017 r.	od 31.12.2020 r.
1	Okna (z wyjątkiem połaciowych), drzwi balkonowe i powierzchnie przezroczyste nieotwieralne:			
	a) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	1,3	1,1	0,9
	b) przy $t_i < 16^\circ\text{C}$	1,8	1,6	1,4
2	Okna połaciowe:			
	a) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	1,5	1,3	1,1
	b) przy $t_i < 16^\circ\text{C}$	1,8	1,6	1,4
3	Okna w ścianach wewnętrznych:			
	a) przy $\Delta t_i \geq 8^\circ\text{C}$	1,5	1,3	1,1
	b) przy $\Delta t_i < 8^\circ\text{C}$		bez wymagań	
	c) oddzielające pomieszczenie ogrzewane od nieogrzewanego	1,5	1,3	1,1
4	Drzwi w przegrodach zewnętrznych lub w przegrodach między pomieszczeniami ogrzewanymi i nieogrzewanymi:	1,7	1,5	1,3
5	Okna i drzwi zewnętrzne w przegrodach zewnętrznych pomieszczeń nieogrzewanych	bez wymagań		

4.2 Określanie współczynnika przenikania ciepła

Współczynnik przenikania ciepła U oblicza się wg wzoru:

$$U = 1 / R \quad [W / (m^2 K)]$$

gdzie:

R - opór cieplny przegrody [m² K / W] .

Obliczenia oporu cieplnego R wykonuje się z zależności:

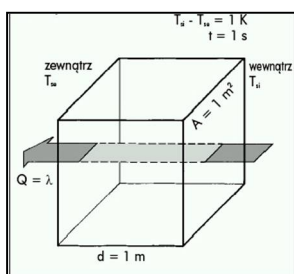
$$R = d / \lambda \quad [m^2 K / W]$$

gdzie:

d - grubość warstwy materiału [m]

λ - współczynnik przewodzenia ciepła materiału [W/m K].

Współczynnik przewodzenia ciepła λ :



Określa zdolność materiału do przewodzenia ciepła. Jest to ilość ciepła, która jest przewodzona przez warstwę materiału o grubości 1 m i przekroju $A = 1 \text{ m}^2$ w warunkach różnicy temperatur $\Delta T = 1 \text{ K}$ i w czasie $t = 1 \text{ s}$.

Dla przegrody złożonej z kilku warstw różnych materiałów jednorodnych całkowity opór cieplny komponentu budowlanego R_T oblicza się wg wzoru:

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se} \quad [m^2 K / W]$$

gdzie:

- n - ilość warstw w przegrodzie
- R_{si} - opór przejmowania ciepła na wewnętrznej powierzchni [$m^2 K / W$]
- R_{se} - opór przejmowania ciepła zewnętrznej powierzchni [$m^2 K / W$]
- R_1, R_2, \dots, R_n - opory cieplne poszczególnych warstw przegrody [$m^2 K / W$].

Tabela 4.3 Opory przejmowania ciepła [$m^2 K/W$]

Opory przejmowania	Kierunek strumienia cieplnego		
	w górę	poziomy	w dół
R_{si}	0,10	0,13	0,17
R_{se}	0,04	0,04	0,04

W przypadku przegród wewnętrznych (np. ściany działowe) lub przegród pomiędzy przestrzenią ogrzewaną i nieogrzewaną opór przejmowania R_{se} przyjmuje się równym wartości R_{si} .

W tabeli 4.4 przedstawiono przykłady ilustrujące wartości oporów przejmowania ciepła dla typowych przegród budowlanych.

Tabela 4.4 Opory przejmowania ciepła dla typowych przegród budowlanych

Rodzaj przegrody	Opory przejmowania ciepła [$m^2 K/W$]		
	R_{si}	R_{se}	$R_{si} + R_{se}$
Ściana zewnętrzna	0,13	0,04	0,17
Ściana zewnętrzna zagłębiona w gruncie	0,13	---	0,13
Ściana wewnętrzna pomiędzy pomieszczeniami ogrzewanymi	0,13	0,13	0,26
Ściana wewnętrzna przy pomieszczeniu nieogrzewanym	0,13	0,13	0,26
Stropodach	0,10	0,04	0,14
Strop pod strychem nieogrzewanym	0,10	0,10	0,20
Strop nad piwnicą nieogrzewaną	0,17	0,17	0,34
Podłoga na gruncie	0,17	---	0,17

4.3 Określanie strumienia powietrza wentylacyjnego

Obliczanie wielkości strumienia wentylacyjnego zgodnie z normą:

PN-83/B-03430/Az3:2000: Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania.

1/ Wentylacja w budynkach mieszkalnych

Zgodnie z ww. normą strumień powietrza wentylacyjnego dla mieszkania określony jest poprzez sumę strumieni powietrza usuwanych z kuchni, łazienki, oddzielnego WC oraz ewentualnego pomocniczego pomieszczenia bezokiennego (składzik, garderoba).

Minimalne normatywne wielkości strumienia dla poszczególnych pomieszczeń w lokalach mieszkalnych podano w tabeli 4.5

Wymagania normatywne dotyczące wentylacji pomieszczeń niemieszkalnych:

- ⇒ Piwnice - 0,3 wym/h
- ⇒ Pralnie domowe - 2 wym/h
- ⇒ Suszarnie bielizny - 1 wym/h.

Tabela 4.5

Minimalne normatywne wielkości strumienia powietrza wentylacyjnego dla pomieszczeń w budynkach mieszkalnych

Lp.	Rodzaj pomieszczenia	Strumień powietrza wentylacyjnego wg normy [m ³ /h]	Uwagi
1	Kuchnia z oknem zewnętrznym wyposażona w kuchenkę gazową lub węglową	70	
2	Kuchnia z oknem zewnętrznym wyposażona w kuchenkę elektryczną a/ w mieszkaniu do 3 osób b/ w mieszkaniu dla więcej niż 3 osób	30 50	
3	Kuchnia bez okna zewnętrznego lub wnęka kuchenna wyposażona w kuchenkę elektryczną	50	
4	Łazienka (z WC lub bez)	50	
5	Oddzielne WC	30	
6	Pomocnicze pomieszczenie bezokienne	15	
7	Kuchnia bez okna zewnętrznego wyposażona w kuchenkę gazową	70	Powinna być zapewniona mechaniczna wentylacja wywiewna
8	Pokój mieszkalny oddzielony więcej niż dwójgim drzwiami od pomieszczeń, z których usuwane jest powietrze lub pokój mieszkalny znajdujący się na wyższej kondygnacji w wielopiętrowym domu jednorodzinnym lub w wielopiętrowym mieszkaniu domu wielorodzinnego	30	Poprawka Az3

4.4 Określanie sprawności systemu grzewczego

Określanie sprawności systemu grzewczego wykonuje się w oparciu o następujące zależności:

$$\eta = \eta_g \cdot \eta_e \cdot \eta_d \cdot \eta_s$$



gdzie:

η	średnia sezonowa sprawność całkowita systemu ogrzewania lub systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej
η_g	średnia sezonowa sprawność wytwarzania ciepła
η_e	średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania ciepła (dla systemu c.w.u. przyjmowana jako 1,0)
η_d	średnia sezonowa sprawność przesyłu ciepła
η_s	średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepła

W tabelach 4.6÷4.9 pokazano sprawności składowe dla systemu ogrzewania.

Tabela 4.6

Wartość średniej sezonowej sprawności wytwarzania ciepła dla systemu ogrzewania

L.p.	Rodzaj źródła ciepła	η_g
1	Kotły węglowe wyprodukowane: a) przed 1980 r. b) w latach 1980÷2000 c) po 2000 r.	0,60 0,65 0,82
2	Kotły na biomasę (słoma), wrzutowe, z obsługą ręczną, o mocy: a) do 100 kW b) powyżej 100 kW	0,63 0,70

L.p.	Rodzaj źródła ciepła	η_g
3	Kotły na biomasę (drewno: polana, brykiety, pelety, zrębki), wrzutowe, z obsługą ręczną, o mocy do 100 kW	0,65
4	Kotły na biomasę (słoma) automatyczne, o mocy: a) do 100 kW; b) powyżej 100 kW do 600 kW	0,70 0,75
5	Kotły na biomasę (drewno: polana, brykiety, pelety, zrębki) automatyczne, o mocy: a) do 100 kW; b) powyżej 100 kW do 600 kW	0,70 0,85
6	Kotły na biomasę (słoma, drewno: polana, brykiety, pelety, zrębki) automatyczne, z mechanicznym podawaniem paliwa, o mocy powyżej 600 kW	0,85
7	Kominki z zamkniętą komorą spalania	0,70
8	Piece kaflowe	0,80
9	Podgrzewacze elektryczne przepływowe	0,94
10	Podgrzewacze elektrotermiczne	1,00
11	Elektryczne grzejniki bezpośrednio: konwektorowe, płaszczyznowe, promiennikowe i podłogowe kablowe	0,99
12	Piece olejowe lub gazowe pomieszczeniowe	0,84
13	Kotły na paliwo gazowe lub ciekłe z otwartą komorą spalania (palnikami atmosferycznymi) i dwustawną regulacją procesu spalania	0,86
14	Kotły niskotemperaturowe na paliwo gazowe lub ciekłe, z zamkniętą komorą spalania i palnikiem modulowanym, o mocy nominalnej: a) do 50 kW b) powyżej 50 do 120 kW c) powyżej 120 do 1200 kW	0,87 0,91 0,94
15	Kotły gazowe kondensacyjne (70/55°C) o mocy nominalnej: a) do 50 kW b) powyżej 50 do 120 kW c) powyżej 120 do 1200 kW	0,91 0,92 0,95
16	Kotły gazowe kondensacyjne niskotemperaturowe (55/45°C) o mocy nominalnej: a) do 50 kW b) powyżej 50 do 120 kW c) powyżej 120 do 1200 kW	0,94 0,95 0,98
17	Pompy ciepła typu woda/woda, sprężarkowe, napędzane elektrycznie: a) 55/45°C b) 35/28°C	3,60 4,00
18	Pompy ciepła typu glikol/woda, sprężarkowe, napędzane elektrycznie: a) 55/45°C b) 35/28°C	3,50 4,00
19	Pompy ciepła typu bezpośrednie odparowanie w gruncie/woda, sprężarkowe, napędzane elektrycznie: a) 55/45 °C b) 35/28 °C	3,50 4,00
20	Pompy ciepła typu bezpośrednie odparowanie w gruncie/bezpośrednie skraplanie w instalacji płaszczyznowego ogrzewania, sprężarkowe, napędzane elektrycznie	4,00
21	Pompy ciepła typu powietrze/woda, sprężarkowe, napędzane elektrycznie: a) 55/45 °C b) 35/28 °C	2,60 3,00
22	Pompy ciepła typu powietrze/woda, sprężarkowe, napędzane gazem: a) 55/45 °C b) 35/28 °C	1,30 1,40
23	Pompy ciepła typu powietrze/woda, absorpcyjne, napędzane gazem: a) 55/45 °C b) 35/28 °C	1,30 1,40
24	Pompy ciepła typu glikol/woda, sprężarkowe, napędzane gazem: a) 55/45 °C b) 35/28 °C	1,40 1,60

L.p.	Rodzaj źródła ciepła	η_g
25	Pompy ciepła typu glikol/woda, absorpcyjne, napędzane gazem:	
	a) 55/45 °C	1,40
	b) 35/28 °C	1,60
26	Pompy ciepła typu powietrze/powietrze, sprężarkowe, napędzane elektrycznie	3,00
27	Pompy ciepła typu powietrze/powietrze, sprężarkowe, napędzane gazem	1,30
28	Pompy ciepła typu powietrze/powietrze, absorpcyjne, napędzane gazem	1,30
29	Węzeł ciepłowniczy kompaktowy z obudową, o mocy nominalnej:	
	a) do 100 kW,	0,98
	b) powyżej 100 kW	0,99
30	Węzeł ciepłowniczy kompaktowy bez obudowy, o mocy nominalnej:	
	a) do 100 kW,	0,91
	b) powyżej 100 do 300 kW,	0,93
	c) powyżej 300 kW	0,95

Tabela 4.7 Wartości średniej sezonowej sprawności przesyłu ciepła dla systemu ogrzewania

L.p.	Rodzaj systemu grzewczego	η_d
1	Źródło ciepła w pomieszczeniu (ogrzewanie elektryczne, piec kaflowy, kominek)	1,00
2	Ogrzewanie mieszkaniowe (wytwarzanie ciepła w przestrzeni lokalu mieszkalnego)	1,00
3	Ogrzewanie centralne wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku:	
	a) z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni ogrzewanej,	0,96
	b) z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni nieogrzewanej,	0,90
	c) z niezaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni nieogrzewanej	0,80
4	Ogrzewanie powietrzne	0,95

Tabela 4.8 Wartości średniej sezonowej sprawności akumulacji ciepła w elementach pojemnościowych systemu ogrzewania

L.p.	Parametry systemu grzewczego	η_s
1	Zbiornik buforowy w systemie grzewczym o parametrach 70/55 °C w przestrzeni:	
	a) ogrzewanej,	0,93
	b) nieogrzewanej	0,90
2	Zbiornik buforowy w systemie grzewczym o parametrach 55/45 °C w przestrzeni:	
	a) ogrzewanej,	0,95
	b) nieogrzewanej	0,93
3	System grzewczy bez zbiornika buforowego	1,00

Tabela 4.9 Wartości obliczeniowej średniej sezonowej sprawności regulacji i wykorzystania ciepła dla systemu ogrzewania

L.p.	Rodzaj instalacji, grzejników i regulacji	η_e'
1	Elektryczne grzejniki bezpośrednie: konwektorowe, płaszczyznowe i promiennikowe z regulatorem:	
	a) proporcjonalnym P	0,91
	a) proporcjonalno-całkującym PI	0,94
2	Elektryczne grzejniki akumulacyjne z regulatorem:	
	a) proporcjonalnym P	0,88
	b) proporcjonalno-całkująco-różniczkującym PID z optymalizacją	0,91

L.p.	Rodzaj instalacji, grzejników i regulacji	η_e'
3	Elektryczne ogrzewanie podłogowe z regulatorem:	
	a) dwustawnym b) proporcjonalno-całkującym PI	0,88 0,90
4	Ogrzewanie piecowe lub z kominka	0,70
5	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji:	
	a) centralnej bez automatycznej regulacji miejscowej	0,77
	b) automatycznej miejscowej	0,82
	c) centralnej i miejscowej z zaworem termostatycznym o działaniu proporcjonalnym z zakresem proporcjonalności P-2K	0,88
	d) centralnej i miejscowej z zaworem termostatycznym o działaniu proporcjonalnym z zakresem proporcjonalności P-1K	0,89
e) centralnej i miejscowej z zaworem termostatycznym o działaniu proporcjonalno-całkującym PI z funkcjami adaptacyjną i optymalizującą	0,93	
6	Ogrzewanie wodne podłogowe w przypadku regulacji:	
	a) centralnej bez regulacji miejscowej b) centralnej i miejscowej z regulatorem dwustawnym lub proporcjonalnym P	0,76 0,89
7	Ogrzewanie wodne płaszczyznowe w przypadku regulacji centralnej bez regulacji miejscowej, dla temperatury zasilania poniżej 30°C	0,85

Sprawności składowe dla systemu przygotowania ciepłej wody pokazano w tabelach 4.10÷4.12.

Tabela 4.10

Wartość średniej rocznej sprawności wytwarzania ciepła dla systemu przygotowania c.w.u.

L.p.	Rodzaj źródła ciepła	η_g
1	Przepływowy podgrzewacz gazowy z zapłonem:	
	a) elektrycznym, b) płomieniem dyżurnym	0,85 0,50
2	Kotły stałotemperaturowe wyprodukowane przed 1980 r. (tylko przygotowanie ciepłej wody użytkowej)	0,40
3	Kotły stałotemperaturowe dwufunkcyjne (ogrzewanie i przygotowanie ciepłej wody użytkowej)	0,65
4	Kotły niskotemperaturowe o mocy:	
	a) do 50 kW b) powyżej 50 kW	0,83 0,88
5	Kotły kondensacyjne, opalane gazem ziemnym lub olejem opałowym lekkim, o mocy:	
	a) do 50 kW, b) powyżej 50 kW	0,85 0,88
6	Elektryczny podgrzewacz akumulacyjny (z zasobnikiem ciepłej wody użytkowej bez strat)	0,96
7	Elektryczny podgrzewacz przepływowy	0,99
8	Pompa ciepła typu woda/woda, sprężarkowa, napędzana elektrycznie	3,00
9	Pompa ciepła typu glikol/woda, sprężarkowa, napędzana elektrycznie	3,00
10	Pompa ciepła typu bezpośrednie odparowanie w gruncie/woda, sprężarkowa, napędzana elektrycznie	3,00
11	Pompa ciepła typu powietrze/woda, sprężarkowa, napędzana elektrycznie	2,60
12	Pompa ciepła typu powietrze/woda, sprężarkowa, napędzana gazem	1,20
13	Pompa ciepła typu powietrze/woda, absorpcyjna, napędzana gazem	1,20
14	Pompa ciepła typu glikol/woda, sprężarkowa, napędzana gazem	1,30
15	Pompa ciepła typu glikol/woda, absorpcyjna, napędzana gazem	1,30
16	Węzeł cieplny kompaktowy z obudową, o mocy nominalnej:	
	a) do 100 kW b) powyżej 100 kW	0,98 0,99

L.p.	Rodzaj źródła ciepła	η_g
17	Węzeł cieplny kompaktowy bez obudowy, o mocy nominalnej: a) do 100 kW b) powyżej 100 kW	0,91 0,93
18	Węzeł cieplny kompaktowy z obudową (ogrzewanie i przygotowanie ciepłej wody użytkowej), o mocy nominalnej: a) do 100 kW b) powyżej 100 kW	0,97 0,98
19	Węzeł cieplny kompaktowy bez obudowy (ogrzewanie i przygotowanie ciepłej wody użytkowej), o mocy nominalnej: a) do 100 kW b) powyżej 100 kW	0,90 0,91

Tabela 4.11 Wartości średniej rocznej sprawności przesyłu ciepła dla systemu przygotowania c.w.u.

L.p.	Rodzaj systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej	η_d
1	Miejscowe podgrzewanie wody – systemy bez obiegów cyrkulacyjnych	
1.1	Podgrzewanie wody bezpośrednio przy punktach poboru	1,00
1.2	Podgrzewanie wody dla grupy punktów poboru w jednym lokalu mieszkalnym	0,80
2	Mieszkaniowe węzły cieplne	
2.1	Kompaktowy węzeł cieplny dla pojedynczego lokalu mieszkalnego bez obiegu cyrkulacyjnego	0,85
3	Centralne podgrzewanie wody – systemy bez obiegów cyrkulacyjnych	
3.1	Systemy przygotowania ciepłej wody użytkowej w budynkach jednorodzinnych	0,60
4	Centralne podgrzewanie wody - systemy z obiegami cyrkulacyjnymi, z niezaizolowanymi pionami instalacyjnymi i zaizolowanymi przewodami rozprowadzającymi	
4.1	Liczba punktów poboru ciepłej wody: a) do 30 b) powyżej 30 do 100 c) powyżej 100	0,60 0,50 0,40
5	Centralne podgrzewanie wody - systemy z obiegami cyrkulacyjnymi, z pionami instalacyjnymi i zaizolowanymi przewodami rozprowadzającymi	
5.1	Liczba punktów poboru ciepłej wody: a) do 30 b) powyżej 30 do 100 c) powyżej 100	0,70 0,60 0,50
6	Centralne podgrzewanie wody - systemy z obiegami cyrkulacyjnymi, z ograniczeniem czasu pracy, z pionami instalacyjnymi i zaizolowanymi przewodami rozprowadzającymi	
6.1	Liczba punktów poboru ciepłej wody: a) do 30 b) powyżej 30 do 100 c) powyżej 100	0,80 0,70 0,60

Tabela 4.12 Wartości średniej rocznej sprawności akumulacji ciepła w elementach pojemnościowych systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej

L.p.	Zasobnik ciepłej wody użytkowej w systemie przygotowania ciepłej wody użytkowej	η_s
1	Zasobnik ciepłej wody użytkowej w systemie przygotowania ciepłej wody użytkowej, wyprodukowany: a) przed 1995 r. b) w latach 1995-2000 c) w latach 2000-2005 d) po 2005 r.	0,60 0,65 0,80 0,85
2	System przygotowania ciepłej wody użytkowej bez zasobnika ciepłej wody użytkowej	1,00

4.5 Sposób określania energii końcowej i pierwotnej

Zapotrzebowanie na energię końcową Q_K :

$$Q_K = Q_U / \eta \quad [\text{kWh/rok}]$$

Zapotrzebowanie na energię pierwotną Q_P :

$$Q_P = Q_K \cdot w_i \quad [\text{kWh/rok}]$$

gdzie:

Q_U	roczne zapotrzebowanie na energię użytkową	kWh/rok
η	sprawność całkowita systemu ogrzewania lub systemu przygotowania c.w.u.	-
w_i	współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej	-

Tabela 4.13

Wartości współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej „ w_i ” na wytworzenie i dostarczenie nośnika energii lub energii dla systemów technicznych

Lp.	Sposób zasilania budynku w energię	Rodzaj nośnika energii lub energii	Współczynnik nakładu w_i
1	Miejscowe wytwarzanie energii w budynku	Olej opałowy	1,10
2		Gaz ziemny	
3		Gaz płynny	
4		Węgiel kamienny	
5		Węgiel brunatny	
6		Energia słoneczna	0,00
7		Energia wiatrowa	
8		Energia geotermalna	
9		Biomasa	
10		Biogaz	
11	Ciepło sieciowe z kogeneracji	Węgiel kamienny lub gaz	0,80
12		Biomasa, biogaz	0,15
13	Ciepło sieciowe z ciepłowni	Węgiel kamienny	1,30
14		Gaz lub olej opałowy	1,20
15	Sieć elektroenergetyczna systemowa	Energia elektryczna	2,50

Zadanie nr 1

Część I : Wykonanie audytu energetycznego budynku mieszkalnego wielorodzinnego

Część II : Wykonanie świadectwa charakterystyki energetycznej budynku mieszkalnego wielorodzinnego dla stanu przed termomodernizacją

Narzędzia obliczeniowe:

1. Program komputerowy AUDYTOR OZC (wersja edukacyjna)
2. Program autorski do wykonywania obliczeń audytów energetycznych na arkuszach Excela

1. Ogólne dane budynku

Lokalizacja budynku	- Gdańsk
Rok budowy	- 1976
Liczba mieszkań	- 30
Powierzchnia użytkowa mieszkań	- 1300 m ² (wszystkie o powierzchni < 50 m ²)
W każdym mieszkaniu	- kuchnia + łazienka z WC - kuchnie z oknem zewnętrznym; kuchenki gazowe
Powierzchnia pomieszczeń w piwnicy	- 250 m ²
Liczba mieszkańców	- 85 osób
Kubatatura całkowita budynku	- 5830 m ³
Ilość klatek schodowych	- 2 (wejście do klatek od strony północnej)
Ilość kondygnacji	- 5
Wymiary budynku	- według załączonego szkicu
Długość płyt balkonowych	- 2,50 m

2. Charakterystyka przegród budowlanych

A/ Ściany zewnętrzne

1. Ściany zewnętrzne piwnicy:

tynk cementowo-wapienny	- 1,5 cm
płyta żelbetowa	- 15 cm
tynk cementowo-wapienny	- 1,5 cm

2. Ściany szczytowe:

tynk cementowo-wapienny	- 1,5 cm
gazobeton	- 12 cm
płyta żelbetowa	- 15 cm
tynk cementowo-wapienny	- 1,5 cm

3. Ściany osłonowe (podłużne):

tynk cementowo-wapienny	- 1,5 cm
gazobeton	- 24 cm
tynk cementowo-wapienny	- 1,5 cm

B/ Ściany wewnętrzne pomiędzy klatką schodową i mieszkaniami

tynk cementowo-wapienny	- 1,5 cm
płyta żelbetowa	- 15 cm
tynk cementowo-wapienny	- 1,5 cm

C/ Strop nad piwnicą nieogrzewaną

parkiet (dąb)	- 2 cm
gładź cementowa	- 3 cm
płyty pilśniowe porowate	- 1,9 cm
papa asfaltowa x1	- 0,2 cm
gładź cementowa	- 3 cm
strop kanałowy typu „Żerań”	- 24 cm
tynk cementowo-wapienny	- 1,5 cm

D/ Stropodach wentylowany

papa asfaltowa x2	- 0,5 cm
gładź cementowa	- 1 cm
płyta prefabrykowana (żelbet)	- 10 cm
pustka powietrzna wentylowana	- średnio 75 cm
wełna mineralna	- 4 cm
papa asfaltowa x1	- 0,2 cm
strop kanałowy typu „Żerań”	- 24 cm
tynk cementowo-wapienny	- 1,5 cm

E/ Podłoga w piwnicy

szlichta cementowa	- 3 cm
beton	- 10 cm
piasek średni	- 15 cm

3. Stolarka okienna i drzwiowa

A/ Okna

1. Część mieszkalna

- a) elewacja północna: okna 150x150 cm – 45 szt. (OK-3 i OK-3A)
b) elewacja południowa: okna 150x150 cm – 30 szt. (OK-3 i OK-3A)
drzwi balkonowe 80x200 cm – 30 szt. (OK-4 i OK-4A)

c) ściany szczytowe – bez okien.

Około 20% okien w części mieszkalnej wymieniona na nowe okna PCV o korzystnych współczynnikach przenikania i dobrej szczelności ($U_{OKIEN} = 1,40$).

Pozostałe okna w mieszkaniach - drewniane ościeżnicowe .

W złym stanie technicznym, bardzo nieszczelne

Współczynnik przenikania $U_{OKIEN} = 3,0$.

2. Okna klatek schodowych (OK-2)

Okna drewniane ościeżnicowe o wymiarach 150x80 cm - 4 szt. na każdej klatce.

W złym stanie technicznym, bardzo nieszczelne

Współczynnik przenikania $U_{OKIEN} = 3,00$.

3. Okna w piwnicy (OK-1)

Okna o wymiarach 60x40 cm – 10 szt. od strony południowej i 6 szt. od strony północnej.

Okna drewniane z szybą pojedynczą – w złym stanie technicznym.

Współczynnik przenikania $U_{OKIEN} = 5,10$.

Współczynniki korekcyjne na wentylację:

a) pomieszczenia z nową stolarką okienną: $C_r = 1,00$ $C_m = 1,00$

b) pomieszczenia ze starą stolarką okienną: $C_r = 1,20$ $C_m = 1,30$.

B/ Drzwi zewnętrzne: - 2 szt. o wymiarach 150x220 cm (DZ-1)

Wymienione na nowe (aluminium). W dobrym stanie technicznym.

Współczynnik przenikania $U_{DRZWI} = 1,60$.

C/ Drzwi wewnętrzne do mieszkań: - 15 szt. na każdą klatkę o wymiarach 100x200 cm (DW-1).

Drzwi drewniane – w dobrym stanie technicznym. Współczynnik przenikania $U = 2,50$.

4. System ogrzewania

Rodzaj systemu ogrzewania - z miejskiej sieci ciepłowniczej (węzeł rozdzielczy w budynku).

Klatka schodowa ogrzewana do temperatury 16°C. Piwnice - nieogrzewane.

Zbiorczy system ogrzewania z automatyką pogodową w węźle grupowym dostawcy ciepła.

Instalacja wewnętrzna c.o. wodna, pompowa, systemu dwururowego z rozdziałem dolnym, ze zbiorczym układem odpowietrzania.

Regulacja na pionach wykonana przy pomocy kryz - brak zaworów podpionowych.

Brak zaworów termostatycznych i podzielników kosztów.

Izolacja rurociągów poziomych w złym stanie technicznym (długość rurociągów – ok. 100 mbx2).

Znaczna część grzejników z osłonami (obudowa nie uwzględniona w projektowaniu).

Brak ekranów zagrzejnikowych.

Grzejniki żeliwne członowe – 105 szt. w mieszkaniach oraz 6 szt. na klatkach schodowych.

Ilość pionów – 20 szt.

Moc cieplna wszystkich grzejników - 150 000 W.

Moc cieplna grzejników usytuowanych przy ścianach zewnętrznych - 135 000 W.

5. Przygotowanie ciepłej wody

Indywidualne systemy przygotowania c.w.u. – przepływowe podgrzewacze gazowe z zapłonem elektrycznym.

Instalacja w obrębie jednego lokalu mieszkalnego. W dobrym stanie technicznym.

6. Stawki opłat (łącznie z VAT)

1/ Ogrzewanie (GPEC – taryfa VIII.3) – VAT 23%:

Opłata za zamówioną moc cieplną : 12 822,10 zł / MW / m-c

Opłata stała za usługi przesyłowe : 8 979,40 zł / MW / m-c

Cena ciepła : 75,35 zł / GJ

Opłata zmienna za usługi przesyłowe : 34,14 zł / GJ

Opłata abonamentowa : -----

2/ Przygotowanie ciepłej wody

Stawki opłat za gaz - Grupa taryfowa W-2.2 – VAT 23%

Opłaty zmienne

1/ Opłata za zużycie (cena gazu) : 25,101 gr / kWh

2/ Stawka zmienna opłaty przesyłowej : 6,306 gr / kWh

Łącznie (opłaty zmienne) : 31,407 gr / kWh

Opłata zmienna przeliczona na 1 GJ energii cieplnej:

$(31,407 \text{ gr/kWh} / (3,6/1000))/100 = 87,24 \text{ zł} / \text{GJ}$

Stawka stałej opłaty przesyłowej : 16,33 zł / m-c

Opłata abonamentowa : 7,63 zł / m-c

Ilość odbiorców w budynku - 30 lokali mieszkalnych.

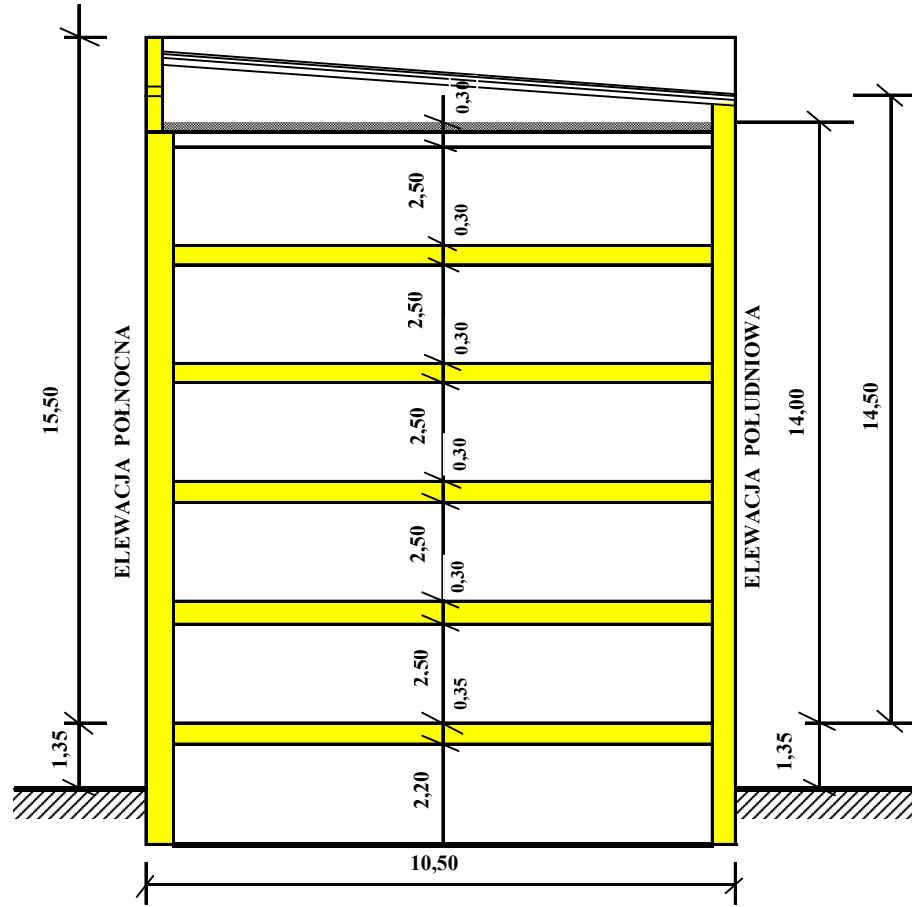
3/ Opłaty jednostkowe ponoszone za wodę i ścieki - VAT 8%

• Opłata za wodę : 5,52 zł / m³

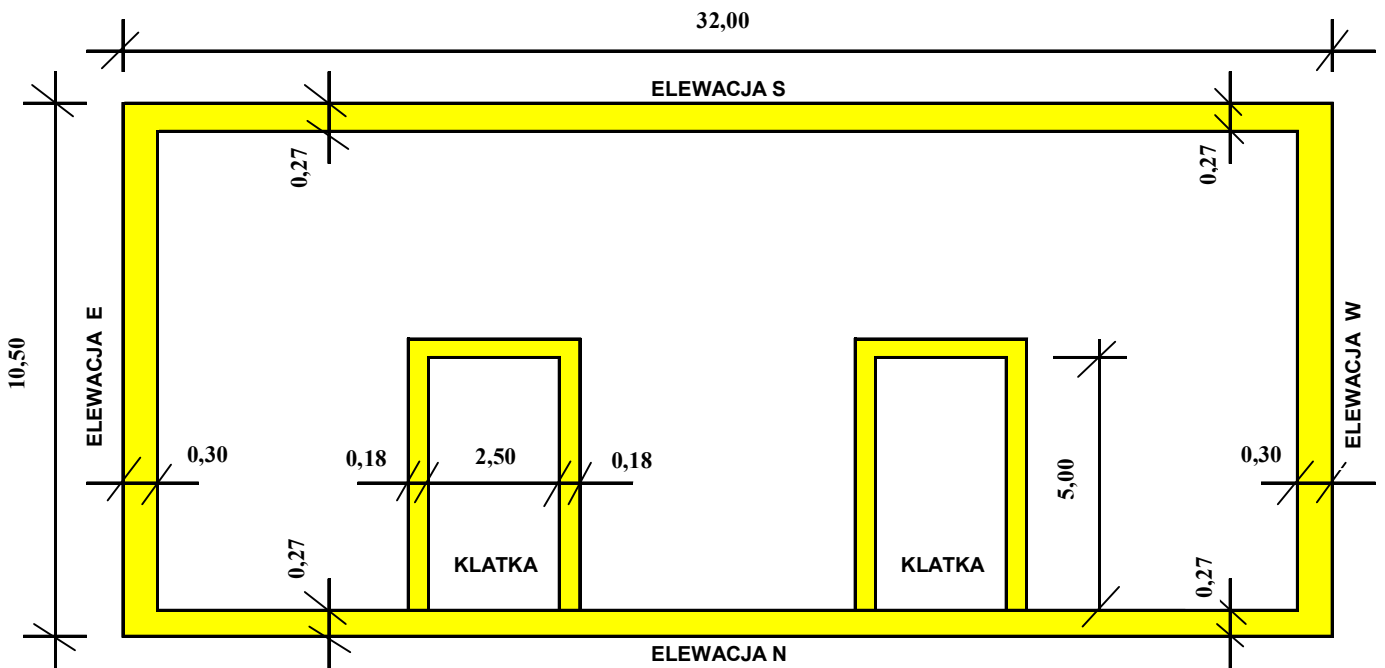
• Opłata za ścieki : 7,06 zł / m³

Razem: : 12,58 zł / m³

SZKIC BUDYNKU:



PRZEKRÓJ PIONOWY



RZUT POZIOMY TYPOWEJ KONDYGNACJI NADZIEMNEJ

Zadanie nr 2
Wykonanie świadectwa charakterystyki energetycznej budynku mieszkalnego wielorodzinnego dla stanu po termomodernizacji

Narzędzia obliczeniowe: program komputerowy AUDYTOR OZC (wersja edukacyjna)

Model wyjściowy budynku z zadania nr 1.

A) Wprowadzenie nowych materiałów do bazy danych programu AUDYTOR OZC:

1. Skopiować materiał STYROPIANS (kopiuj + wklej)
2. Zmienić nazwę kopii na STYR-032 oraz zmienić współczynnik przewodzenia ciepła λ na 0,032
3. Skopiować materiał WEŁAN-GRAN (kopiuj + wklej)
4. Zmienić nazwę kopii na WEŁNA-GRAN oraz zmienić współczynnik przewodzenia ciepła λ na 0,042.
5. Skopiować materiał PIAN_PU_S (kopiuj + wklej)
6. Zmienić nazwę kopii na PIANKA-NAT oraz zmienić współczynnik przewodzenia ciepła λ na 0,028.

B) Zmiany przewidywane po termomodernizacji:

1. Docieplenia przegród budowlanych

Lp.	Docieplane przegrody budowlane	Oznac.	Materiał termoizolacyjny	Grubość izolacji
1	Ściany zewnętrzne osłonowe	SZ-2	STYR-032 Styropian grafitowy $\lambda = 0,032$	14 cm
2	Ściany zewnętrzne szczytowe	SZ-3	STYR-032 Styropian grafitowy $\lambda = 0,032$	15 cm
3	Stropodach wentylowany	DACH-1	WEŁNA-GRAN Granulat wełny mineralnej $\lambda = 0,042$	23 cm Metoda wdmuchiwania Wys. warstwy powietrza: 75-23= 52 cm
4	Strop nad piwnicą nieogrzewaną	STR-1	PIANKA-NAT Pianka poliuretanowa $\lambda = 0,028$	9 cm Metoda natryskowa

Zmiana mostków cieplnych po dociepleniu:

C4 na C1; R12 na R11; F4 na F1; B4 – bez zmian; W7 na W18; D7 na D18

2. Wymiana okien

Lp.	Nazwa	Oznac.	Współczynnik przenikania ciepła nowych okien	Inne parametry nowych okien
1	Okna w piwnicy	OK-1	$U = 1,4$	$g_G (TR) = 0,67$
2	Okna klatki schodowej	OK-2	$U = 0,9$	$g_G (TR) = 0,50$
3	Okna mieszkań	OK-3	$U = 0,9$	$g_G (TR) = 0,50$
4	Drzwi balkonowe mieszkań	OK-4	$U = 0,9$	$g_G (TR) = 0,50$

3. Modernizacja systemu grzewczego – zmiany sprawności systemu ogrzewania

Lp.	Nazwa	Oznac. w programie AUDYTOR OZC	Uzasadnienie wyboru nowej sprawności	Wartość sprawności po modernizacji
1	Sprawność wytwarzania	$\eta_{H,g}$	Bez zmian	1,00
2	Sprawność przesyłu	$\eta_{H,d}$	Ogrz. centralne wodne ... z zaizolowanymi przewodami ... w pom. nieogrzewanych	0,90
3	Sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_{H,e}$	Centr. ogrz. – grzejniki ... - z regulacją centralną i miejscową (zakres P-2K)	0,88
4	Sprawność akumulacji	$\eta_{H,s}$	Bez zmian	1,00

Zadanie nr 3

Wykonanie świadectwa charakterystyki energetycznej dla budynku mieszkalnego wielorodzinnego 2 – analiza etapów obliczeń

Narzędzia obliczeniowe:

Program autorski do wykonywania obliczeń audytów energetycznych na arkuszach Excela

1. Ogólne dane budynku

Lokalizacja - miasto Gdańsk

Rok budowy - 1965

Kubatura budynku - 2 500 m³

Lp.	Nazwa	Jednostka	Wielkość	Uwagi
1	Ilość kondygnacji	szt.	3	+ poddasze użytkowe (ogrzewane)
2	Ilość klatek schodowych	szt.	1	
3	Liczba mieszkań	szt.	12	8 szt. – 2 pokojowe 4 szt. – 1 pokojowe
4	Powierzchnia użytkowa mieszkań w tym:	m ²	550	
	a) sumaryczna powierzchnia mieszkań na parterze i piętrze I-II	m ²	405	
	b) powierzchnia mieszkań na poddaszu użytkowym	m ²	145	
5	Powierzchnia klatki schodowej	m ²	45	klatka schodowa ogrzewana do temperatury 16°C
6	Liczba mieszkańców	osób	32	
7	Wysokość pomieszczeń	m	2,5	
	a) Parter + Piętro I-II b) Poddasze (średnio)	m	1,8	

Przekroje budynku i widoki elewacji – według załączonych rysunków nr 1÷5

2. Przegrody budowlane

Lp.	Nazwa	Oznac.	Struktura	Grubość [m]	λ [W/(mK)]	R [(m ² K)/W]
1	Ściany zewnętrzne podłużne (elewacje E i W)	SZ-1 SZ-2	Tynk cementowo-wapienny	0,015	0,820	
			Cegła ceramiczna pełna	0,380	0,770	
			Tynk cementowo-wapienny	0,015	0,820	
			Styropian	0,140	0,040	
			Tynk cienkowarstwowy	0,010	0,820	
2	Ściana zewnętrzna szczytowa (elewacja N)	SZ-3	Tynk cementowo-wapienny	0,015	0,820	
			Cegła ceramiczna pełna	0,380	0,770	
			Tynk cementowo-wapienny	0,015	0,820	
			Styropian	0,080	0,040	
			Tynk cienkowarstwowy	0,010	0,820	
3	Dach nad poddaszem ogrzewanym (E i W)	DACH-1 DACH-2	Papa asfaltowa x 3	0,008	0,180	
			Deski (sosna)	0,032	0,160	
			Wełna mineralna	0,150	0,045	
			Deski (sosna)	0,025	0,160	
			Płyta gipsowo-kartonowa	0,013	0,230	
4	Strop nad poddaszem ogrzewanym	STR-1	Polepa gliniana	0,050	0,850	
			Deski (sosna)	0,032	0,160	
			Maty z trzciny	0,010	0,070	
			Tynk wapienny	0,015	0,700	
5	Strop nad piwnicą nieogrzewaną	STR-2	Parkiet dębowy	0,020	0,220	
			Gładź cementowa	0,030	1,000	
			Płyty pilśniowe porowate	0,013	0,060	
			Papa asfaltowa x 1	0,002	0,180	
			Strop DMS *	0,245	---	
						0,230

λ - współczynnik przewodzenia ciepła [W/(m K)] – dla materiałów jednorodnych

R - opór cieplny przegrody [(m² K)/W] – dla przegród o budowie niejednorodnej

* / - Strop DMS z górną płytą betonową gr. 3 cm, z wypełnieniem pustakami o wysokości 20 cm, sufit otynkowany

Dach nad poddaszem nieużytkowym (nieogrzewanym) – bez ocieplenia (papa asfaltowa na odeskowaniu).

Piwnica bez okien i drzwi zewnętrznych.

Przegrody wewnętrzne

Lp.	Nazwa	Struktura	Grubość [m]
1	Ściany wewnętrzne gr. 41 cm	Tynk cementowo-wapienny Cegła ceramiczna pełna Tynk cementowo-wapienny	0,015 0,380 0,015
2	Ściany wewnętrzne gr. 28 cm	Tynk cementowo-wapienny Cegła ceramiczna pełna Tynk cementowo-wapienny	0,015 0,250 0,015
3	Ściany wewnętrzne gr. 15 cm	Tynk cementowo-wapienny Cegła ceramiczna pełna Tynk cementowo-wapienny	0,015 0,120 0,015
4	Stropy międzykondygnacyjne	Parkiet dębowy Gładź cementowa Strop DMS *	0,020 0,030 0,245

Właściwości materiałów (do określenia wewnętrznej pojemności ciepłej budynku C_m)

Lp.	Materiał	Gęstość ρ [kg/m ³]	Ciepło właściwe C [J/(kg K)]
1	Tynk cementowo-wapienny	1 850	840
2	Tynk wapienny	1 700	840
3	Cegła ceramiczna pełna	1 800	880
4	Dąb (w poprzek włókien)	800	2 510
5	Sosna (w poprzek włókien)	550	2 510
6	Gładź cementowa	2 000	840
7	Płyty pilśniowe porowate	300	2 510
8	Papa asfaltowa	1 000	1 460
9	Żelbet	2 500	840
10	Maty z trzciny	250	1 460
11	Glina	1 800	840
12	Płyta gipsowo-kartonowa	1 000	1 000
13	Wełna mineralna	80	750
14	Szkoło okienne	2 500	840

3. Okna i drzwi zewnętrzne

OKS - okna w przegrodach pionowych (okna w ścianach)

OKD - okna w połaciach dachowych

DZ - drzwi zewnętrzne

Lp.	Oznaczenie	Szerokość [cm]	Wysokość [cm]	Uwagi
1	OKS-1	150	150	Okna stare, drewniane, oszklenie podwójne Udział powierzchni przeszklonej 70%
2	OKS-2	220	150	Okna stare, drewniane, oszklenie podwójne Udział powierzchni przeszklonej 75%
3	OKS-3	140	150	Okna stare, drewniane, oszklenie podwójne Udział powierzchni przeszklonej 70%
4	OKS-4	80	220	Drzwi balkonowe stare, drewniane, oszklenie podwójne Udział powierzchni przeszklonej 70%
5	OKS-5	200	80	Okna klatki schodowej - PCV Rama – dwie puste komory ($U_f=2,2$) Oszklenie podwójną szybą z powłoką selektywną Współczynnik przenikania dla oszklenia: $U_g = 1,1$ Udział powierzchni przeszklonej 70%
6	OKD-1	80	120	Okna stare, drewniane, oszklenie podwójne Udział powierzchni przeszklonej 60%
7	DZ-1	120	220	Drzwi zewnętrzne wejściowe do budynku - nowe Wykonane z aluminium (ciepłe profile) Współczynnik przenikania $U = 1,6$ Udział powierzchni przeszklonej 50%

Otworky okienne docieplone styropianem o gr. 3 cm. Płyta balkonowa – bez docieplenia. Okna i drzwi balkonowe osadzone bezpośrednio na płycie balkonowej (brak progu połączonego konstrukcyjnie ze ścianą zewnętrzną).

Ruchome elementy zaciniające okien:

- a) mieszkania - rolety (kolorowe tkaniny - współczynnik przepuszczalności = 0,3); osłona od wewnątrz;
- b) klatka schodowa - brak ruchomych urządzeń zaciniających.

Zacienienie od przegród zewnętrznych:

Dla okien w ścianach uwzględnić zacienienie od sąsiednich budynków takiej samej wysokości (czynnik zacienienia od horyzontu).

Dla każdej ściany przyjąć kąt nachylenia (kąt ponad horyzont) $\alpha = 30^\circ$.

Przyjąć dane dla szerokość geograficznej 55° N.

Współrzędne geograficzne miasta Gdańsk: szerokość - $54^\circ 22' N$; długość - $18^\circ 38' E$

Do obliczeń przyjąć dane dla szerokość geograficznej 55° N.

Okna dachowe bez zacienienia od przegród zewnętrznych.

Pominąć zacienienie od płyt balkonów. Brak zacienienia od pilastrów.

4. Wentylacja

Budynek z wentylacją naturalną, bez próby szczelności

5. System ogrzewania

Jednofunkcyjny węzeł wymiennikowy (kompaktowy z obudową) zlokalizowany w piwnicy budynku, zasilany z wysokoparametrowej miejskiej sieci ciepłowniczej. Moc węzła – 90 kW.

Węzeł nowoczesny z automatyką zamontowany w 2012 r. (regulator pogodowy).

Instalacja c.o. - wodna, pompowa, systemu dwururowego z rozdziałem dolnym.

Parametry wody grzewczej - $95/70^\circ C$.

Przewody poziome – zaizolowane (izolacja w średnim stanie technicznym)

Brak regulacji hydraulicznej na pionach.

Zbiorczy system odpowietrzania (brak automatycznych odpowietrzników).

Grzejniki żeliwne, członowe – brak zaworów termostatycznych.

Ilość grzejników - 48 szt., w tym 12 szt. zamontowanych przy ścianach wewnętrznych.

Suma mocy grzejników zamontowanych przy ścianach zewnętrznych - 68 150 W.

Suma mocy wszystkich grzejników - 80 200 W.

Brak ekranów zagrzejnikowych.

System ogrzewania bez zasobnika buforowego.

Ciepło sieciowe (kogeneracja) - elektrociepłownia opalana węglem

6. Przygotowanie ciepłej wody

Indywidualne systemy przygotowania c.w.u.

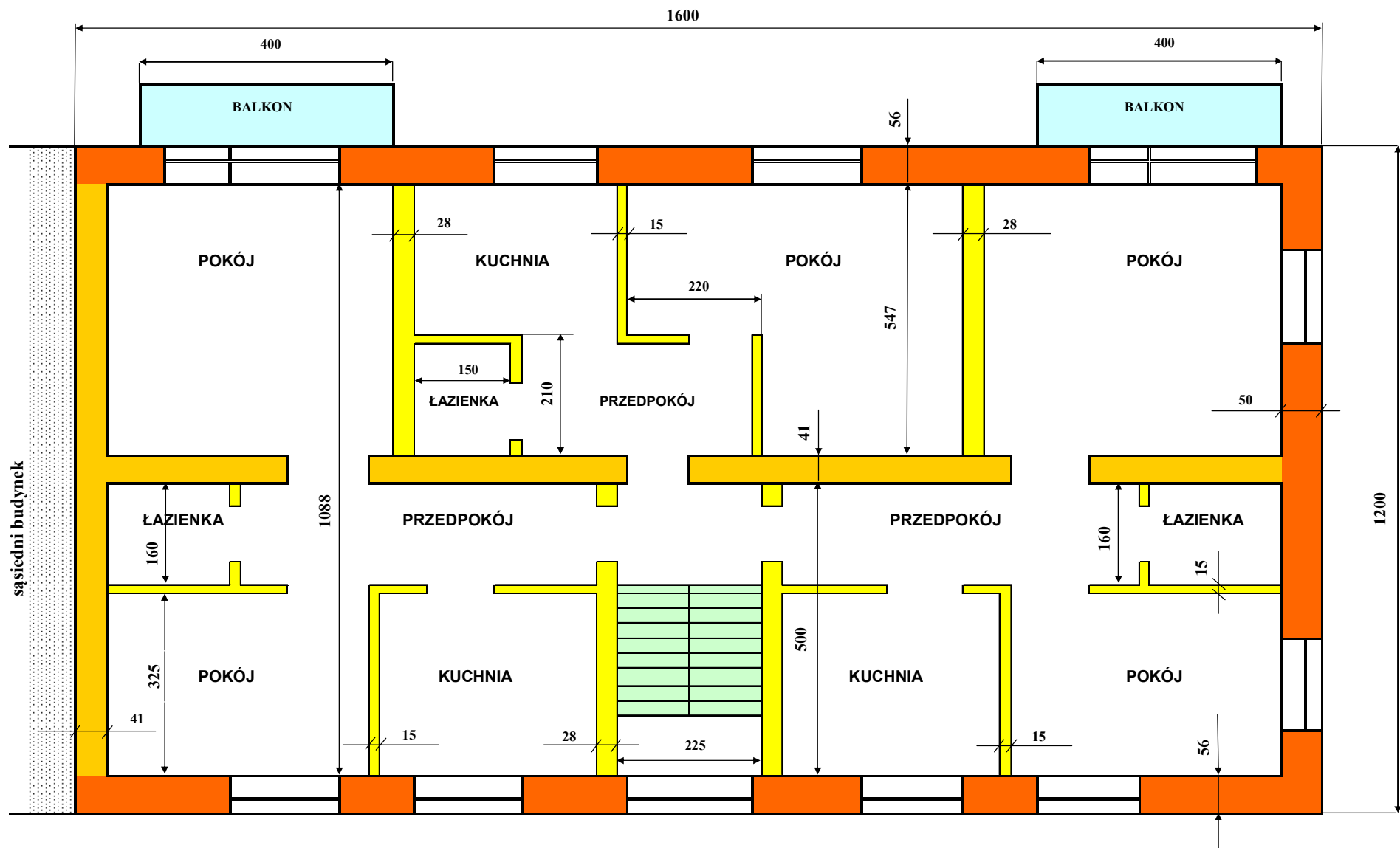
Podgrzewacze elektryczne pojemnościowe z pierwszej połowy lat 90-tych - w średnim stanie technicznym. Woda podgrzewana do temperatury $55^\circ C$.

Na dachu budynku zainstalowane ogniwa fotowoltaiczne pokrywające część zapotrzebowania na energię elektryczną do przygotowania c.w.u.

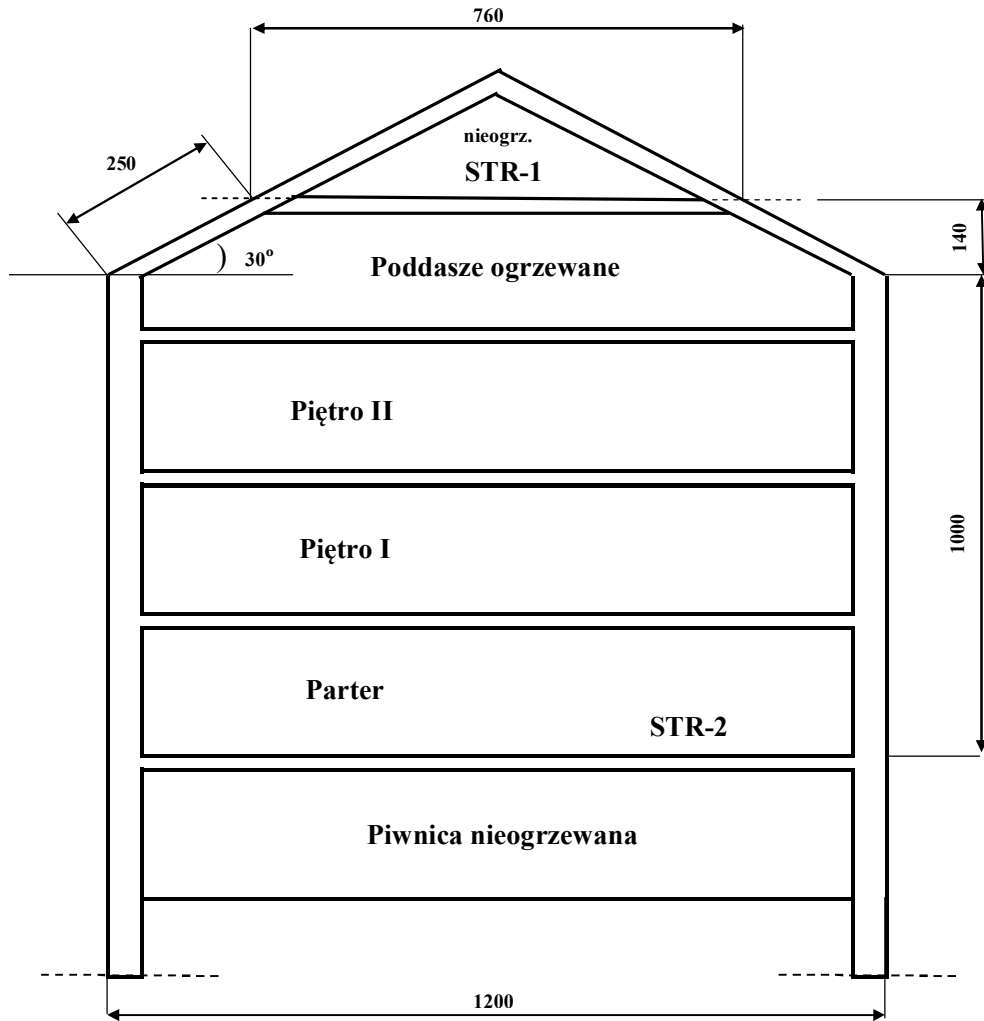
Dostawa energii elektrycznej na potrzeby przygotowania ciepłej wody:

a) energia elektryczna produkowana w ogniwach fotowoltaicznych - 25%

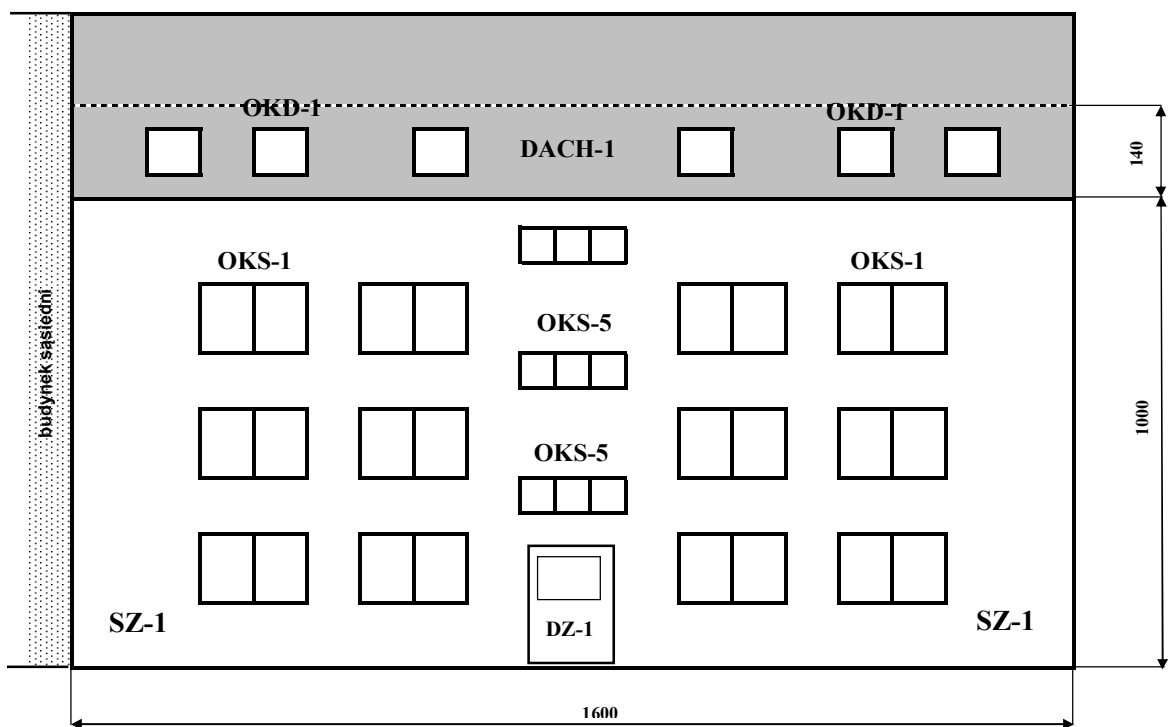
b) energia elektryczna z sieci systemowej - 75%.



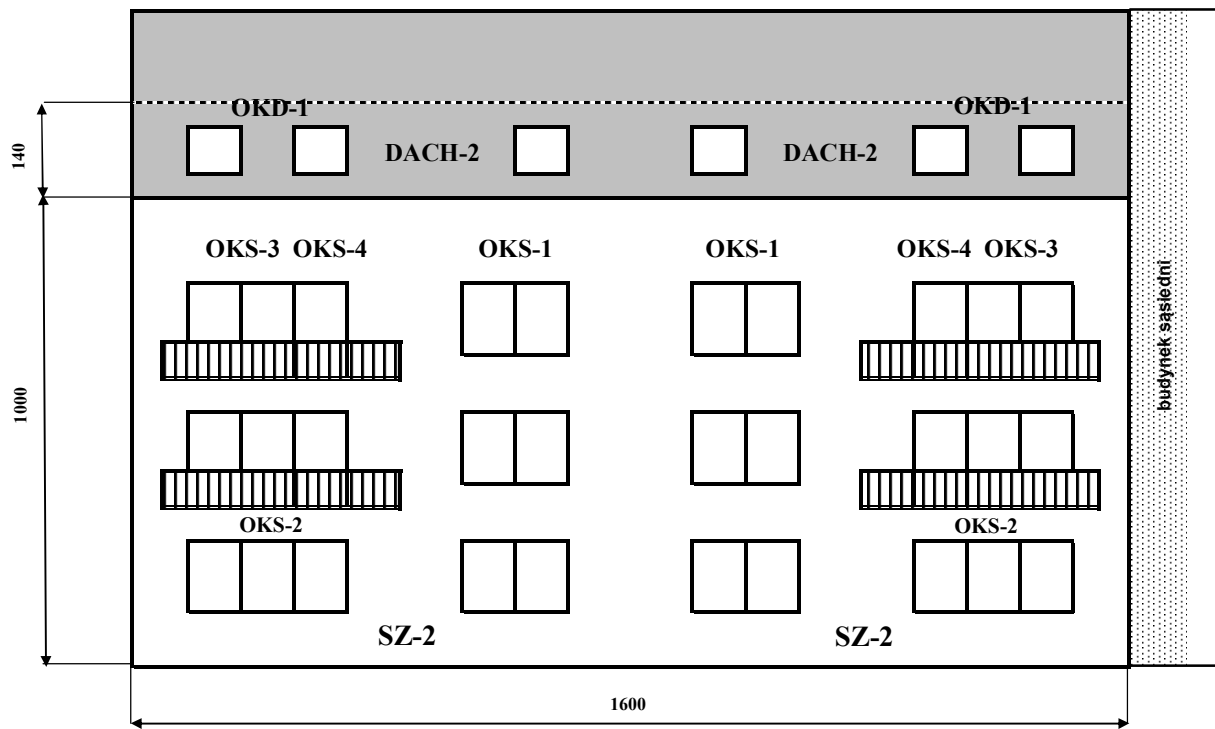
Rys. 1. Przekrój poziomy



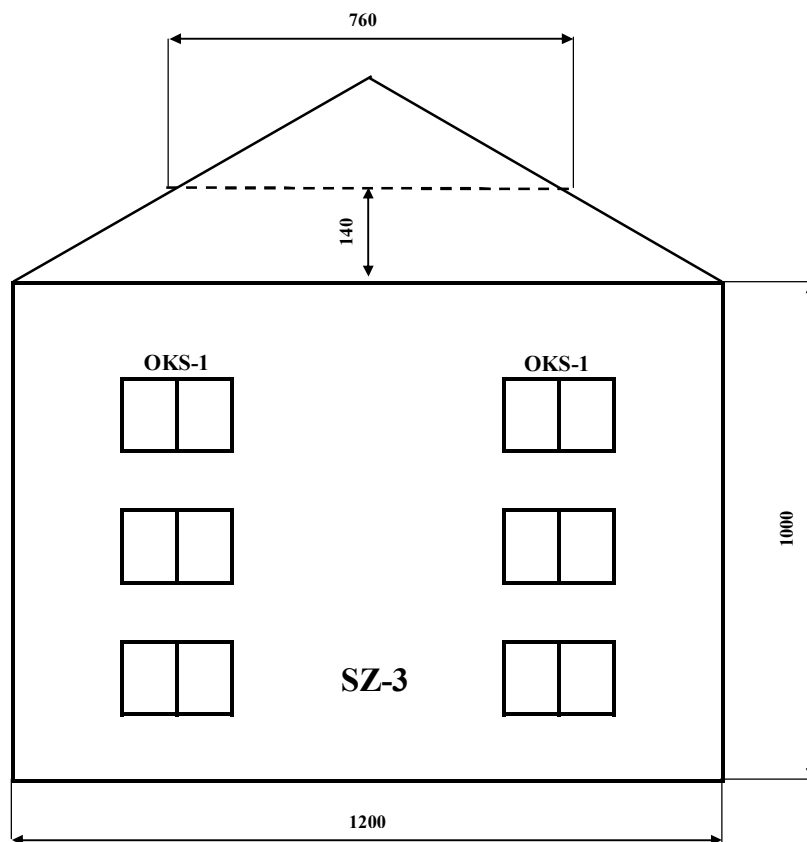
Rys. 2. Przekrój pionowy



Rys. 3. Widok elewacji wschodniej (E)



Rys. 4. Widok elewacji zachodniej (W)



Rys. 5. Widok elewacji północnej (N)