

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Mieszkalny, wielorodzinny,	1.2 Rok budowy	Ok. 1906
1.3 Właściciel lub zarządca budynku	Wspólnota Mieszkaniowa Ul. Lelewela 5 58-306 Wałbrzych	1.4 Adres budynku	Ul. Lelewela 5 58-306 Wałbrzych Województwo Dolnośląskie
2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:			
Pracownia Projektowa „KONSTRUKTOR” ul. Wojska Polskiego 5, 58-160 Świebodzice, biuro: ul. Broniewskiego 1B, 58-309 Wałbrzych tel./fax. (0-74) 665-96-96, 606 81-20-89 REGON: 890658291			
3. Imię, nazwisko, adres audytora koordynującego wykonywanie audytu, posiadane kwalifikacje,			
mgr inż. Piotr Rajca ul. Wojska Polskiego 5, 58-160 Świebodzice	inżynier budownictwa – uprawnienia budowlane NBGP.V-7342/3/75/98 i 691/01/DUW kurs audytorów energetycznych KAPE/99/115	PESEL: 72061400352	Podpis:
4. Współautorzy			
Lp.	4.1 Imię i nazwisko	4.2 Zakres udziału w audycie	4.3 Posiadane kwalifikacje
1			
5. Miejscowość: Świebodzice		data wykonania: czerwiec 2016 r.	
6. Spis treści			
1. DANE OGÓLNE.5 1.1 Podstawa formalna 5 1.2 Podstawa prawna 5 1.3 Przedmiot opracowania 5 2. INWENTARYZACJA TECHNICZNO-BUDOWLANA OBIEKTU. 5 2.1 Opis techniczny konstrukcji 5 2.1.1. Ściany zewnętrzne mieszkań 6 2.1.2. Ściany zewnętrzne klatki schodowej 6 2.1.3. Przegrody poziome 6 2.1.4. Ściany wewnętrzne 7 2.1.5. Okna i drzwi 7 2.1.6. Podsumowanie 7 2.2. System grzewczy 7 2.2.1. Charakterystyka 7 2.2.2. Zapotrzebowanie na ciepło i taryfy 8 2.3. System c.w.u. 8 2.4. System wentylacji 9 3. OCENA STANU TECHNICZNEGO OBIEKTU. 9 3.1. Przegrody budowlane 9 3.2. System grzewczy..... 10 3.3. System c.w.u. i wentylacji 11			

4. WYKAZ PRZEDSIĘWZIĘĆ WYBRANYCH DO OPTYMALIZACJI.	11
5. OPTYMALIZACJA PRZEDSIĘWZIĘĆ TERMOMODERNIZACYJNYCH.	11
5.1. Zmniejszenie strat przenikania przez przegrody	12
5.1.1. Docieplenie ściany zewnętrznej frontowej	12
5.1.2. Docieplenie pozostałych ścian zewnętrznych	13
5.1.3. Docieplenie stropodachu części mieszkalnej budynku	13
5.1.4. Docieplenie stropodachu komunikacji budynku	14
5.2. Poprawa sprawności cieplnej systemu grzewczego	14
5.3. Podsumowanie	15
6. WYBÓR OPTYMALNEGO WARIANTU TERMOMODERNIZACJI.	16
7. ZAŁĄCZNIKI.	18

KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. Dane ogólne			
1	Konstrukcja / technologia budynku	Tradycyjny murowany	
2	Liczba kondygnacji	3/4	
3	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	1460,6	
4	Powierzchnia netto budynku [m ²]	718,33	
5	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	531,13	
6	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	187,2 – klatka schodowa/komunikacja	
7	Liczba mieszkań	10	
8	Liczba osób użytkujących budynek	12	
9	Sposób przygotowania ciepłej wody	indywidualny, termy gazowe	
10	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	indywidualne kotły gazowe	
11	Współczynnik kształtu [1/m]	0,28	
12	Inne dane charakteryzujące budynek		
2. Współczynnik przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne [W/m²K]		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Ściany zewnętrzna frontowa	1,35	0,69
1	Ściany zewnętrzne boczne i tylna	1,35	0,24
2	Okna mieszkań	1,60	1,60
3	Okna komunikacji/pomieszczeń wspólnych	1,60/4,50	1,60
4	Strop nad mieszkaniami	1,02	1,02
5	Stropodach nad mieszkaniami	1,09	0,18
6	Stropodach komunikacji	3,05	0,19
7	Strop piwnicy	1,15	1,15
8	Drzwi wejściowe do budynku	2,00	2,00
3. Sprawności składowe systemu grzewczego			
1	Sprawność wytwarzania η_g	0,91	0,91
2	Sprawność przesyłania η_d	1,00	1,00
3	Sprawność regulacji i wykorzystania η_e	0,88	0,88
4	Sprawność akumulacji η_s	1,00	1,00
5	Przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia w_t	1,00	1,00
6	Przerwy na ogrzewanie w ciągu doby w_d	1,00	1,00
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1	Sprawność wytwarzania	0,85	0,85
2	Sprawność przesyłania	0,80	0,80
3	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna	naturalna
2	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	nawietrzaki nieszczelności	nawietrzaki nieszczelności
3	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	903,6	903,6
4	Liczba wymian [1/h]	0,62	0,62
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	74,2	33,3
2	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie c.w.u. [kW]	30,1	30,1
3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok] [kWh/rok]	487,4 135 397	169,8 47 157
4	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok] [kWh/rok]	608,7 169 077	212,1 58 887
5	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło dla c.w.u. [GJ/rok] [kWh/rok]	136,9 38 028	136,9 38 028
6	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	--	--
7	Zamierzone zużycie ciepła na przygotowanie c.w.u. (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	--	--
8	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	254,92	88,79
9	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	318,33	110,87

10	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,0	0,0
7. Opłaty jednostkowe			
1	Cena 1 GJ na ogrzewanie [zł]	54,20	54,20
2	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł]	0,0	0,0
3	Opłata za podgrzanie 1 m ³ c.w.u. [zł]	14,5	14,5
4	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u. na miesiąc [zł]	0,0	0,0
5	Opłata za ogrzanie 1 m ² pow. użytkowej [zł]	6,12	2,74
6	Opłata abonamentowa [zł]	750,0	750,0
7	Inne [zł]	-	-
8. Charakterystyka ekonomicznie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowane koszty całkowite dla budynku [zł]		263 723,6	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię dla budynku [%] 53,20
W tym planowane koszty dla części mieszkalnej – koszt kwalifikowany [zł]		263 723,6	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię na cele ogrzewania [%] 65,16
Roczna oszczędność kosztów energii [zł]		21 495,9	Ograniczenie emisji gazów - emisja CO2 [%] 53,09

9. Informacje dodatkowe - dla budynku		Stan przed termom.	Stan po termom.	Efekt termom.
1	Zapotrzebowanie na energię pierwotną budynku [kWh/rok]	229 335	108 126	121 209
2	Ograniczenie emisji gazów cieplarnianych związanych z użytkowaniem obiektu – emisja CO2 [Mg CO2/rok]	30,91	14,50	16,41
3	Całkowita roczna ilość zaoszczędzonej energii cieplnej [GJ/rok]	747,3	350,7	396,5
	[kWh/rok]	207 612	97 422	110 190
4	Całkowita roczna ilość zaoszczędzonej energii cieplnej na cele ogrzewania [GJ/rok]	608,7	212,1	396,5
	[kWh/rok]	169 077	58 887	110 190

INFORMACJE DODATKOWE I OŚWIADCZENIA:

- Istniejący system zarządzania energią: automatyka kotłów oraz zawory z głowicami termostatycznymi przy grzejnikach - bez zmian.
- Wszystkie wyliczenia dotyczące emisji oraz redukcji CO2 dokonano na podstawie KOBIZE

1. DANE OGÓLNE

1.1. PODSTAWA FORMALNA

Opracowanie pn. **Audyt energetyczny. Budynek mieszkalny wielorodzinny – ul. Lelewela 5 w Wałbrzychu** zostało wykonane na zlecenie Wspólnoty Mieszkaniowej na podstawie umowy o wykonanie audytu energetycznego i dokumentacji projektowo-kosztorysowej.

1.2. PODSTAWA PRAWNA

Niniejszy audyt energetyczny został wykonany zgodnie z wytycznymi Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 roku w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, zmiana z dnia 03.09.2015 oraz Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27.02.2015 w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz wzorów świadectw charakterystyki energetycznej.

1.3. PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Przedmiotem niniejszego audytu energetycznego jest budynek mieszkalny wielorodzinny położony przy ul. Lelewela 5 w Wałbrzychu.

W opracowaniu zaproponowano i przeanalizowano (pod kątem oszczędności energii oraz opłacalności) szereg przedsięwzięć termomodernizacyjnych odnoszących się do w/w budynku.

Opracowanie kończy się wyborem najbardziej optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego – wariant wybrany zgodnie z algorytmem oceny opłacalności, który spełnia wszystkie warunki i kryteria określone w ustawie, przeznaczony do realizacji. Wybrany wariant spełnia wymagania określone w Ustawie z dnia 21 listopada 2008 roku o wspieraniu termomodernizacji i remontów.

2. INWENTARYZACJA TECHNICZNO – BUDOWLANA OBIEKTU

Opisywany zespół budynków mieszkalnych wielorodzinnych został oddany do użytku ok. 1906 roku. Wykonany został w technologii tradycyjnej murowanej. Układ konstrukcyjny budynku mieszany.

Objęty opracowaniem budynek posiada 3/4 kondygnacje, 10 mieszkań. Obiekt zamieszkiwany jest przez 12 osób.

W budynku brak jest lokali użytkowych.

Administratorem obiektu jest Miejski Zarząd Budynków Sp. z o.o. ul. Andersa 48, 58-304 Wałbrzych.

Budynek objęty jest ochroną konserwatorską – wykaz zabytków (brak zgody Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków we Wrocławiu Delegatura w Wałbrzychu na docieplenie ściany frontowej - możliwość wykonania wyłącznie tynków ciepłochronnych). Wszelkie roboty wymagają zaopiniowanie dokumentacji u Konserwatora Zabytków.

Inwentaryzacja techniczno – budowlana budynku została sporządzona w oparciu o :

- ◆ oględziny budynku,
- ◆ inwentaryzacja opracowana przez audytora,
- ◆ informacje przekazane przez zarządcę budynku.

2.1. OPIS TECHNICZNY KONSTRUKCJI

Przedmiotowy budynek podpiwniczony. Konstrukcja dachowa obiektu drewniana płaska z pokryciem z papy. Podstawowe parametry techniczne analizowanego budynku mieszkalnego przedstawiono w tabeli 1

Tabela 1. Parametry techniczne budynku.

L.p.	Parametr	Jednostka	Obmiar
1	Średnia wysokość kondygnacji	[m]	2,75
2	Powierzchnia użytkowa mieszkań	[m ²]	531,13

2.1.1. ŚCIANY ZEWNĘTRZNE MIESZKAŃ

Ściany zewnętrzne mieszkań wykonane są jako murowane z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej. Układ warstw ściany, licząc od strony wewnętrznej, przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Układ warstw ścian zewnętrznych mieszkań.

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [cm]	λ [W/m ² K]
1	Cegła pełna	44,0	0,77

2.1.2. ŚCIANY ZEWNĘTRZNE KLATKI SCHODOWEJ.

Ściany zewnętrzne klatki schodowej wykonane jako murowane z cegły pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej z tynkiem cementowo-wapiennym. Układ warstw ściany, licząc od strony wewnętrznej, przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Układ warstw ścian klatki schodowej

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [cm]	λ [W/m ² K]
1	Cegła pełna	44,0	0,77

2.1.3. PRZEGRODY POZIOME

Strop nad piwnicą wykonany jest jako masywny ceramiczny pokryty dodatkowo warstwami ocieplającymi (izolacja akustyczna) i wykończeniowymi. Układ warstw stropu, licząc od dołu do góry, przedstawiono w tabeli 4.

Tabela 4. Układ warstw stropu piwnicy.

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [cm]	λ [W/m ² K]
1	Tynk cem-wap	2,0	0,82
2	Cegła ceramiczna	24,0	0,77
3	Zasyпка	8,0	0,28
4	Posadzka cementowa	5,0	1,00

Strop nad częścią mieszkalną pod komunikacją wykonany jest jako drewniany z wypełnieniem pomiędzy belkami zasypką żużlową stanowiącą izolację cieplną. Układ warstw, przedstawiono w tabeli 5.

Tabela 5. Układ warstw stropu pod komunikacją.

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [cm]	λ [W/m ² K]
1	Tynk cem-wap	2,0	0,82
2	Deska	2,5	0,16
3	Zasyпка	8,0	0,28
4	Pustka powietrzna	4,0	0,16
5	Deski	3,0	0,16

Stropodach nad części mieszkalną wykonany jest jako drewniany z wypełnieniem pomiędzy belkami zasypką żużlową stanowiącą izolację cieplną. Pokrycie stanowi papa. Układ warstw, przedstawiono w tabeli 6.

Tabela 6. Układ warstw stropodachu mieszkań.

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [cm]	λ [W/m ² K]
1	Tynk cem-wap	2,0	0,82
2	Deska	2,5	0,16
3	Zasyпка	8,0	0,28
4	Pustka powietrzna	30,0	0,16
5	Deski	3,0	0,16

Stropodach komunikacji wykonany jest jako drewniany bez dodatkowego docieplenia. Pokrycie stanowi papa. Układ warstw, przedstawiono w tabeli 7.

Tabela 7. Układ warstw stropodachu komunikacji.

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [cm]	λ [W/m ² K]
1	Deski	3,0	0,16
2	Papa na deskowaniu	1,0	---

2.1.4. ŚCIANY WEWNĘTRZNE

W audycie energetycznym rozpatrywano jedynie ściany wewnętrzne oddzielające strefy o różnej temperaturze obliczeniowej, a więc mieszkania, klatkę schodową. Na podstawie dostępnej dokumentacji technicznej budynku określono jeden typy ścian wewnętrznych. Układ warstw ścian przedstawiono w tabeli 8.

Tabela 8. Układ warstw ścian wewnętrznych.

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [cm]	λ [W/m ² K]
1	Cegła	30,0	0,77

2.1.7. OKNA I DRZWI

W budynku znajduje się typowa PCV (wymieniona przez lokatorów) stolarka okienna. W mieszkaniach okna PCV dwuszybowe. W części komunikacji (w obrębie schodów) stolarka okienna PCV – wymieniona przez Wspólnotę w 2012r. – założony dla nich współczynnik przenikania ciepła wynosi $U = 1,60 \text{ W/m}^2\text{K}$, okna ostatniej kondygnacji komunikacji stare drewniane jednoszybowe – $U = 4,50 \text{ W/m}^2\text{K}$, Drzwi wejściowe do budynku aluminiowe wymienione przez Wspólnotę w 2012r. - $U = 2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Drzwi wejściowe do mieszkań - drewniane typowe, a założony dla nich współczynnik przenikania ciepła wynosi $U = 2,60 \text{ W/m}^2\text{K}$

2.1.8. PODSUMOWANIE

W załączniku I do niniejszej pracy zamieszczono elewacje pochodzące z inwentaryzacji budowlanej opracowanej dla celów audytu energetycznego. W tabeli 9 zestawiono powierzchnie całkowite ścian i stropów (nie odliczono powierzchni okien i drzwi) oraz współczynnik przenikania przegród budowlanych opisanych powyżej.

Tabela 9. Współczynnik przenikania przegród budowlanych (nie odliczono powierzchni okien).

L.p.	Rodzaj przegrody	Powierzchnia	Współczynnik przenikania
		[m ²]	[W/m ² K]
1	Ściana zewnętrzna frontowa	201,0	1,35
2	Ściany zewnętrzne pozostałe budynku	558,6	1,35
3	Strop mieszkań pod komunikacją	98,0	1,02
4	Stropodach mieszkań	82,0	1,09
5	Stropodach komunikacji	145,0	3,05
6	Strop piwnica	159,0	1,15
7	Ściany wewnętrzne	172,0	1,54

2.2. SYSTEM GRZEWczy

2.2.1. CHARAKTERYSTYKA

Analizowany budynek zasilany jest w ciepło dla celów c.o. z indywidualnych kotłów na gazowych. Mieszkania oraz lokal usługowy posiadają indywidualne instalacje centralnego ogrzewania.

Ogrzewania zostały wykonane indywidualnie przez poszczególnych mieszkańców w latach 1990-2009. Instalacje są wyposażone w zawory termostaticzne. Instalacja c.o. działa prawidłowo i nie jest wymagana jej modernizacja.

Składowe sprawności systemu grzewczego oszacowano (zgodnie z Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27.02.2015).

Sprawność regulacji przyjęto na podstawie wzoru:

$$\eta_{H,e} = \eta_{H,e}' + 0,03 \cdot X - 0,03$$

$\eta_{H,e}' = 0,88$ (pkt 4.1.2.3, tab. 3 lp. 5c) – ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi w przypadku regulacji centralnej i miejscowej z zaworem termostaticznym o działaniu proporcjonalnym

$X = 1,00$ (stosunek mocy grzejników usytuowanych przy ścianach zewnętrznych do sumy mocy cieplnej wszystkich grzejników w systemie grzewczym) – na podstawie oględzin stwierdzono, że wszystkie grzejniki usytuowane są przy ścianach zewnętrznych

$$\eta_{H,e} = 0,88 + 0,03 \cdot 1,00 - 0,03 = 0,88$$

Tabela 10. Składowe sprawności systemu grzewczego.

Lp.	Sprawność składowa	Oznaczenie	Wartość
1	Sprawność wytwarzania ciepła	η_g	0,91
2	Sprawność przesyłania ciepła	η_d	1,00
3	Sprawność regulacji i wykorzystania	η_e	0,88
4	Sprawność akumulacji ciepła	η_s	1,00
5	Wprowadzenie przerw na ogrzewanie	w_t	1,00
6	Wprowadzenie przerw w okresie doby	W_d	1,00
7	Sprawność całkowita systemu	η	0,8008

2.2.2. ZAPOTRZEBOWANIE NA CIEPŁO I TARYFY

Taryfy opłat za gaz pokazuje tabela 11.

Tabela 11. Taryfy opłat za energię cieplną z VAT.

Składnik taryfy	Jednostka	Cena z VAT
Moc zamówiona	[zł/MW/m-c]	0,0
Opłata abonamentowa	[zł/m-c]	500,0
Cena ciepła	[zł/GJ]	54,20

Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła analizowanego budynku wyznaczone dla standardowego sezonu grzewczego wykonano przy użyciu programu Certo 2015 – zgodnie z Rozporządzeniem MIR z dnia 27.02.2015:

Tabela 12. Obliczeniowe zużycie energii analizowanego budynku w sezonie standardowym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego.

	Jedn.	Suma
Energia pobrana	[GJ]	608,7
Moc zamówiona	[MW/mc]	0,0742

2.3. SYSTEM c.w.u.

Analizowany budynek posiada indywidualny system zaopatrzenia w c.w.u. tzn., że do mieszkań dostarczana jest zimna woda wodociągowa gdzie, przy użyciu kotłów dwufunkcyjnych gazowych, jest w zależności od potrzeb mieszkańców podgrzewana.

Przyjęto zgodnie z obowiązującymi przepisami:

- Zużycie ciepłej wody użytkowej – 1,6 dm³/m²*doba - mieszkania
- Czas użytkowania – 328,5 doby/rok - mieszkania

Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczana do budynku dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej $Q_{k,w}$ obliczono:

$$O_{k,W} = Q_{W,nd} / \eta_{W,tot}$$

Składowe sprawności systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej.

- Sprawność wytwarzania – 85% (kotły kondensacyjne)
- Sprawność akumulacji – 100% (brak zasobników c.w.u.)
- Sprawność transportu – 80% (podgrzewanie wody dla grupy punktów poboru w jednym lokalu mieszkalnym)

Obliczeniowe obciążenie cieplne na cele przygotowania ciepłej wody budynku – 30,1 kW

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię końcową dla potrzeb c.w.u. – 38028 kWh – 136,9 GJ

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię oraz obciążenie cieplne dla potrzeb ciepłej wody użytkowej – przed i po modernizacji – bez zmian

Na podstawie danych dotyczących zużycia gazu dla celów c.w.u. i związanych z tym opłat przyjęto do dalszych obliczeń:

- opłata za podgrzanie 1m³ c.w.u. – 16,5 zł
- opłata za 1 MW opłata abonamentowa razem z opłatą za c.o. – 500,0 zł/m-c
- mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u. – 0,0 zł

2.4. SYSTEM WENTYLACJI

W analizowanym budynku występuje grawitacyjny system wentylacji poprzez kratki wentylacyjne znajdujące się w kuchniach i łazienkach. Przy obliczeniach strat ciepła przyjęto normowe ilości wymian w pomieszczeniach – minimalne krotności wymian powietrza do mocy cieplnej 0,5 1/h.

Stopień szczelności obudowy budynku – średni (krotność wymiany powietrza $n_{50}=4$).

Podstawowy strumień powietrza wentylacji naturalnej do ciepła

– dla mieszkań - $V_{ve,1,s} = 0,00032 \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{m}^2$

Uśredniony w czasie strumień powietrza zewnętrznego w strefie ogrzewanej

– dla mieszkań - $V_{ve,1,n} = 0,181 \text{ m}^3/\text{s}$

Dodatkowy strumień powietrza zewnętrznego infiltrującego

– dla mieszkań - $V_{inf.} = n \cdot V / 3600 = 0,2 \cdot 1460,6 / 3600 = 0,081 \text{ m}^3/\text{s}$

Przyjęty strumień powietrza wentylacyjnego mieszkań wynosi – $903,6 \text{ m}^3/\text{h}$.

3. OCENA STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU

3.1. PRZEGRODY BUDOWLANE

Budynek mieszkalny przy ul. Wrocławskiej jest eksploatowany od ponad 100 lat. W wyniku dokonanego przeglądu stwierdzono spękania ścian zewnętrznych wymagające wzmocnienia przed dociepleniem. W kilku miejscach stwierdzono ubytki okładziny oraz powierzchniowe spękania tynków. Stan techniczny budynku pod względem konstrukcyjnym jest zadowalający. W wyniku dokonanego przeglądu stwierdzono również niską izolacyjność cieplną ścian i stropodachu.



Fot. 1 – elewacja frontowa



Fot. 2 – elewacja tylna

Podsumowując, budynek ze względu na okres kiedy został wybudowany, w sposób oczywisty nie spełnia obowiązujących obecnie wymagań dotyczących izolacyjności cieplnej przegród budowlanych określonych w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki oraz ich usytuowanie.

Stolarka okienna i drzwiowa PCV i aluminium w obrębie części wspólnych – komunikacji stanie technicznym bardzo dobrym, natomiast stolarka okienna drewniana stara jednoszybowa – nadaje się do wymiany.

Budynek objęty jest ochroną konserwatorską – wykaz zabytków (brak zgody Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków we Wrocławiu Delegatura w Wałbrzychu na docieplenie ściany frontowej – możliwość wykonania wyłącznie tynków ciepłochronnych).

W związku z powyższym rozważa się następujące przedsięwzięcia termomodernizacyjne zmierzające do poprawienia izolacyjności cieplnej przegród budowlanych analizowanego budynku:

- ♦ wykonanie tynków ciepłochronnych na elewacji frontowej jako docieplenie ściany,
- ♦ docieplenie pozostałych ścian zewnętrznych budynku,
- ♦ docieplenie stropodachu nad mieszkaniami,
- ♦ docieplenie stropodachu nad komunikacją (część wspólna)

3.2. SYSTEM GRZEWczy

Analizowany budynek zasilany jest w ciepło dla celów c.o. z indywidualnych kotłów na gazowych. Mieszkania i lokal posiadają indywidualne instalacje centralnego ogrzewania.

Ogrzewania zostały wykonane indywidualnie przez poszczególnych mieszkańców w latach 1990-2009. Instalacje są wyposażone w zawory termostacyjne. Instalacja c.o. działa prawidłowo i nie jest wymagana jej modernizacja.

3.3. SYSTEM c.w.u. I WENTYLACJI

Zaopatrzenie mieszkańców w ciepłą wodę zachodzi poprawnie. Podobnie jest z systemem wentylacji grawitacyjnej.

Do przedsięwzięć termomodernizacyjnych, które mogą zostać podjęte w systemie c.w.u. i wentylacji należy zaliczyć przede wszystkim:

- ♦ przebudowę systemu c.w.u. z zasilania indywidualnego na zasilanie centralne,
- ♦ przebudowę systemu wentylacji grawitacyjnej na system mechaniczny,

Wydaje się jednak, że koszt przeprowadzenia w/w przedsięwzięć byłby niewspółmiernie duży do uzyskanych dzięki nim oszczędności energii. Postanowiono więc już na tym etapie pracy odrzucić obydwa przedsięwzięcia.

4. WYKAZ PRZEDSIĘWZIĘĆ WYBRANYCH DO OPTYMALIZACJI

W tabeli 13 zestawiono wszystkie możliwe do zrealizowania w analizowanym budynku mieszkalnym usprawnienia o charakterze termomodernizacyjnym. Odrzucono kosztowne przedsięwzięcia termomodernizacyjne związane z modernizacją systemów c.w.u. i wentylacyjnego.

Tabela 13. Wykaz przedsięwzięć termomodernizacyjnych.

Lp.	Opis
1	Docieplenie ściany zewnętrznej frontowej poprzez wykonanie tynków ciepłochronnych.
2	Docieplenie pozostałych ścian zewnętrznych budynku styropianem w systemie BSO.
3	Docieplenie stropodachu nad pomieszczeniami mieszkalnymi – ułożenie wełny mineralnej twardej i wykonanie pokrycia z papy termozgrzewalnej.
4	Docieplenie stropodachu nad pomieszczeniem komunikacji (części wspólne) – ułożenie wełny mineralnej miękkiej pomiędzy krokiewkami i wykonanie paroizolacji oraz montaż okładziny z płyt OSB z malowaniem.

W dalszej części pracy przeprowadzono analizę ekonomiczną poszczególnych propozycji termomodernizacyjnych

5. OPTYMALIZACJA PRZEDSIĘWZIĘĆ TERMOMODERNIZACYJNYCH

5.1. ZMNIEJSZENIE STRAT PRZENIKANIA PRZEGRODY

Dobranie optymalnych grubości dodatkowej izolacji przegrody budowlanej dokonuje się w oparciu o poniższe formuły obliczeniowe. Za optymalną grubość docieplenia uważa się grubość dla której prosty czas zwrotu nakładów SPBT, wynikający z poniesionych kosztów i uzyskanych oszczędności, przyjmuje wartość minimalną. Procedura ta wynika z zaleceń zawartych w załączniku nr 1 Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 roku w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego i zmiana z 3 września 2015

$$SPBT = N_u / \Delta O_{rU}; [\text{lata}]$$

gdzie:

- N_u - planowane koszty robót związanych ze zmniejszeniem strat ciepła przez przenikanie dla wybranej przegrody; [zł],
- ΔO_{rU} - roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z zastosowania usprawnienia termomodernizacyjnego [zł/rok],

5.1.1. DOCIEPLENIE ŚCIANY FRONTOWEJ.

Proponuje się wykonanie ocieplenia ściany frontowej budynku poprzez wykonanie tynków ciepłochronnych wg rozwiązań systemowych – maksymalna dopuszczalna grubość tynku - 5cm. Koszt wykonania tynków określono na podstawie rzeczywistych cen robót oraz kosztorysu inwestorskiego. W kosztach robót uwzględniono docieplenie ościeży oraz wykonanie nowych obróbek blacharskich, wymianę parapetów i remont detali architektonicznych – gzymsy i opaski. Przyjęty współczynnik przewodności cieplnej tynku ciepłochronnego $\lambda=0,07$.

Tabela 14. Docieplenie ściany frontowej tynkiem ciepłochronnym.

grubość dociepl.	Sd	A	Q _{ou}	Q _{1u}	q _{ou}	q _{1u}	Nu	R	SPBT
[cm]	[dzień K/rok]	[m ²]	[GJ/rok]	[GJ/rok]	[MW]	[MW]	[zł]	[m ² K/W]	[lata]
istniejąca	3900	A	60,11		0,0071		-	0,97	-
3,0		173,2		41,70		0,0050	66404,9	1,40	66,55
4,0				37,84		0,0045	67340,2	1,54	55,79
5,0				34,63		0,0041	68275,4	1,69	49,44

5.1.2. DOCIEPLENIE ŚCIAN ZEWNĘTRZNYCH BOCZNYCH I TYLNEJ.

Proponuje się wykonanie ocieplenia ścian zewnętrznych bocznych i tylnej budynku styropianem w systemie BSO. W tabeli 15 zestawiono dane i wyniki obliczeń pozwalające na wyznaczenie optymalnej grubości docieplenia ścian. Grubość optymalną zaznaczono kolorem czerwonym. Koszt wykonania poszczególnych grubości docieplenia określono na podstawie rzeczywistych cen robót dociepleniowych w regionie oraz kosztorysu inwestorskiego. W kosztach robót uwzględniono docieplenie ościeży oraz wykonanie nowych obróbek blacharskich oraz odtworzenie detali elewacji bocznej prawej itp. Przyjęty współczynnik przewodności cieplnej styropianu $\lambda=0,04$.

Tabela 15. Wybór optymalnej grubości docieplenia ścian zewnętrznych budynku.

grubość dociepl.	Sd	A	Q _{ou}	Q _{1u}	q _{ou}	q _{1u}	Nu	R	SPBT
[cm]	[dzień K/rok]	[m ²]	[GJ/rok]	[GJ/rok]	[MW]	[MW]	[zł]	[m ² K/W]	[lata]
istniejąca	3900	511,0	232,45		0,0276		-	0,74	-
10,0				53,13		0,0063	139625,6	3,24	14,37
11,0				49,33		0,0059	141281,3	3,49	14,23
12,0				46,03		0,0055	142936,9	3,74	14,15
13,0				43,15		0,0051	144592,6	3,99	14,09
14,0				40,60		0,0048	146248,2	4,24	14,06
15,0				38,34		0,0046	148455,7	4,49	14,11
16,0				36,32		0,0043	151215,1	4,74	14,22

Optymalną warstwą docieplenia ścian zewnętrznych, spełniającą wymagania minimalnej wartości oporu cieplnego dla ścian zewnętrznych - 4,0 m²K/W, będzie warstwa styropianu o grubości 14 cm i taką przyjęto do dalszych obliczeń.

5.1.3. DOCIEPLENIE STROPODACHU NAD MIESZKANIAMI.

Proponuje się wykonanie ocieplenia stropodachu nad mieszkaniami wełną mineralną twardą z wykonaniem nowego pokrycia dachowego z papy W tabeli 16 zestawiono dane i wyniki obliczeń pozwalające na wyznaczenie optymalnej grubości docieplenia stropodachu. Grubość optymalną zaznaczono kolorem czerwonym. Koszt wykonania poszczególnych grubości docieplenia określono na podstawie rzeczywistych cen robót dociepleniowych w regionie. Przyjęty współczynnik przewodności cieplnej wełny $\lambda=0,035$.

Tabela 16. Wybór optymalnej grubości docieplenia stropodachu mieszkań.

grubość dociepl.	Sd	A	Q _{ou}	Q _{1u}	q _{ou}	q _{1u}	N _u	R	SPBT
[cm]	[dzień K/rok]	[m ²]	[GJ/rok]	[GJ/rok]	[MW]	[MW]	[zł]	[m ² K/W]	[lata]
istniejąca	3900	82,0	30,12		0,0036		-	0,92	-
12,0				6,36		0,0008	15763,7	4,35	12,24
13,0				5,97		0,0007	15940,8	4,63	12,18
14,0				5,62		0,0007	16117,9	4,92	12,14
15,0				5,31		0,0006	16250,8	5,20	12,09
16,0				5,03		0,0006	16383,6	5,49	12,05
17,0				4,78		0,0006	16649,3	5,77	12,13
18,0				4,56		0,0005	16915,0	6,06	12,21

Optymalną warstwą docieplenia stropu, spełniającą wymagania minimalnej wartości oporu cieplnego dla stropów - 5,0 m²K/W, będzie warstwa wełny mineralnej o grubości 16 cm i taką przyjęto do dalszych obliczeń.

5.1.4. DOCIEPLENIE STROPODACHU NAD KOMUNIKACJĄ.

Proponuje się wykonanie ocieplenia stropodachu drewnianego nad komunikacją wełną mineralną z wykonaniem paroizolacji oraz okładziny z płyt OSB i malowaniem. W tabeli 17 zestawiono dane i wyniki obliczeń pozwalające na wyznaczenie optymalnej grubości docieplenia stropodachu. Grubość optymalną zaznaczono kolorem czerwonym. Koszt wykonania poszczególnych grubości docieplenia określono na podstawie rzeczywistych cen robót dociepleniowych w regionie. W kosztach robót uwzględniono wykonanie paroizolacji z folii PCV i nowej okładziny z płyt OSB3 na ruszcie podwieszanym. Przyjęty współczynnik przewodności cieplnej wełny $\lambda=0,035$.

Tabela 17. Wybór optymalnej grubości docieplenia stropodachu komunikacji.

grubość dociepl.	Sd	A	Q _{ou}	Q _{1u}	q _{ou}	q _{1u}	N _u	R	SPBT
[cm]	[dzień K/rok]	[m ²]	[GJ/rok]	[GJ/rok]	[MW]	[MW]	[zł]	[m ² K/W]	[lata]
istniejąca	2700	145,0	103,17		0,0177		-	0,33	-
14,0				7,82		0,0013	24899,4	4,33	4,82
15,0				7,33		0,0013	25212,6	4,61	4,85
16,0				6,90		0,0012	25525,8	4,90	4,89
17,0				6,52		0,0011	25682,4	5,19	4,90
18,0				6,18		0,0011	25839,0	5,47	4,92
19,0				5,88		0,0010	26308,8	5,76	4,99
20,0				5,60		0,0010	26778,6	6,04	5,06

Optymalną warstwą docieplenia stropu, spełniającą wymagania minimalnej wartości oporu cieplnego dla stropodachu - 5,0 m²K/W, będzie warstwa wełny mineralnej o grubości 17 cm (układanie dwuwarstwowe) i taką przyjęto do dalszych obliczeń.

5.2. POPRAWA SPRAWNOŚCI CIEPLNEJ SYSTEMU GRZEWczego

Wybranie optymalnego usprawnienia termomodernizacyjnego dotyczącego poprawy sprawności cieplnej systemu grzewczego odbywa się w oparciu o poniższe formuły obliczeniowe. Za optymalne usprawnienie uważa się takie usprawnienie dla którego dla którego prosty czas zwrotu SPBT przyjmuje wartość minimalną. Procedura ta wynika z założeń zawartych w załączniku nr 1 do Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 roku i zmiana z 3 września 2015.

$$SPBT = N_{co} / \Sigma \Delta O_{rco}; [\text{lata}]$$

gdzie:

N_{co} - planowane koszty robót wynikające z zastosowania wariantu przedsięwzięcia; [zł],

ΔO_{rco} - roczna oszczędność kosztów energii; [zł/rok],

Wartość rocznej oszczędności kosztów energii ΔO_{rco} źródła oblicza się ze wzoru:

$$\Delta O_{rco} = (x_0 \cdot w_{to} \cdot w_{do} \cdot Q_{oco} \cdot O_{oz} / \eta_o - x_1 \cdot w_{tl} \cdot w_{dl} \cdot Q_{oco} \cdot O_{tz} / \eta_1) + 12 \cdot (y_0 \cdot q_{0m} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1m} \cdot O_{1m}) + 12 \cdot (A_{b0} - A_{b1}); [\text{zł/rok}]$$

gdzie:

Q_{oco} - sezonowe zapotrzebowanie budynku na ciepło przed termomodernizacją; [GJ/rok],

η_o, η_1 - całkowita sprawność systemu ogrzewania przed i po termomodernizacji,

w_{to}, w_{tl} - współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu w okresie tygodnia określone na podstawie załącznika nr 1 do Rozporządzenia, tu obydwie: 1,

w_{do}, w_{dl} - współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu w okresie dnia określone na podstawie załącznika nr 1 do w/w Rozporządzenia; tu przed 1,0 i po 1,00

$$\eta = \eta_w \times \eta_p \times \eta_r \times \eta_c \quad (14)$$

W związku z wcześniejszą modernizacją systemu grzewczego na obecnym etapie odstąpiono od usprawnień związanych z systemem grzewczym budynku.

5.3. POSUMOWANIE

W tabeli 18 zestawiono wyłonione powyżej zoptymalizowane usprawnienia termomodernizacyjne zmierzające do zmniejszenia zapotrzebowania analizowanego budynku na ciepło w wyniku zmniejszenia strat przegrody zewnętrzne.

Tabela 18. Zoptymalizowane usprawnienia zmniejszające straty ciepła przez przegrody.

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Planowane koszty	SPBT
		[zł]	[lata]
1.	Docieplenie stropodachu nad pomieszczeniem komunikacji (części wspólne) – ułożenie wełny mineralnej miękkiej gr. 17cm ($\lambda=0,035$) układanej dwuwarstwowo, pomiędzy krokiewkami i wykonanie paroizolacji oraz montaż okładziny z płyt OSB z malowaniem.	25 682,4	4,90
2.	Docieplenie stropodachu nad mieszkaniami wełny mineralnej twardej gr. 16cm ($\lambda=0,035$) i wykonanie nowego pokrycia z papy termozgrzewalnej	16 383,6	12,05
3.	Docieplenie ścian zewnętrznych bocznych i tylnej budynku (w tym ściany klatki schodowej) 14 cm warstwą styropianu ($\lambda=0,04$) w systemie BSO z odtworzeniem detali elewacji bocznej prawej	146 248,2	14,06
4.	Docieplenie ściany zewnętrznej frontowej poprzez wykonanie tynków ciepłochronnych gr. 5 cm ($\lambda=0,07$) z jednoczesnym wzmocnieniem ścian i odtworzeniem detali architektonicznych	68 275,4	49,44
5.	Kosz opracowania audytu energetycznego i dokumentacji projektowo-kosztorysowej	7 134,0 zł	

6. WYBÓR OPTIMALNEGO WARIANTU TERMOMODERNIZACJI

W celu wyznaczenia optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, o którym mowa w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 roku w *sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego, a także części audytu remontowego*, dla poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego składających się z zestawu usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia strat ciepła przez przegrody budowlane, uzupełnionych o optymalny wariant przedsięwzięcia poprawiającego sprawność całkowitą systemu grzewczego oblicza się kolejno:

- ♦ planowane koszty całkowite N (w tym koszty opracowania audytu energetycznego i dokumentacji projektowej oraz koszty związane ze spełnieniem obowiązujących przepisów techniczno-budowlanych, również w przypadku gdy działanie to nie przynosi oszczędności energii),
- ♦ kwotę rocznych oszczędności ΔO_r przewidzianą do uzyskania w wyniku realizacji przedsięwzięcia

$$\Delta O_{rco} = (w_{to} * w_{do} * Q_{oco} / \eta_o + Q_{ocw}) * O_{0z} - (w_{tl} * w_{dl} * Q_{lco} / \eta_l + Q_{lcw}) * O_{0z} + 12 * [(q_{0m} + q_{0cw}) * Q_{om} - (q_{1m} + q_{1cw}) * Q_{1m}] + 12 * (Ab_0 - Ab_1) ; [zł/rok]$$

- ♦ zmniejszenie (w%) zapotrzebowania na ciepło w stosunku do stanu wyjściowego przed termomodernizacją z uwzględnieniem sprawności całkowitej,

$$\Delta Q = \frac{(w_{do} w_{to} Q_{oco} / \eta_o + Q_{ocw} / \eta_{ocwu}) - (w_{dl} w_{tl} Q_{lco} / \eta_l + Q_{lcw} / \eta_{lcwu})}{(w_{do} w_{to} Q_{oco} / \eta_o + Q_{ocw})} \times 100 \quad [\%]$$

Wykaz kombinacji zoptymalizowanych przedsięwzięć termomodernizacyjnych z wartościami obliczonych dla nich parametrów opisanych powyższymi formułami matematycznymi w tabeli 19.

Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło analizowanego budynku oraz maksymalne zapotrzebowanie mocy ciepła dla stanu istniejącego oraz po realizacji każdej z zaproponowanych kombinacji zoptymalizowanych przedsięwzięć termomodernizacyjnych wykonano programem Certo 2015. Wydruki danych i wyników obliczeń programu dla stanu istniejącego oraz wybranego wariantu znajdują się w załączniku II do pracy.

Tabela 19. Kombinacje przedsięwzięć termomodernizacyjnych.

L.p.	Kombinacja przedsięwzięć ¹⁾	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczęd. kosztów energii	Procent. oszczęd. zapotrzeb. na energię z uwzględnieniem sprawności ΔQ
		[zł]	[zł/rok]	[%]
1	2	3	4	5
A	1+2+3+4	263 723,6	21 495,9	53,20
B	1+2+3	195 448,2	19 160,9	47,42
C	1+2	49 200,0	5 759,8	14,25
D	1	32 816,4	3 979,7	9,85

- 1) numery zoptymalizowanych przedsięwzięć termomodernizacyjnych pochodzą z tabeli 18. W nakładach uwzględniono również koszty opracowania audytu energetycznego oraz projektu termomodernizacji budynku (łącznie koszt ok. 7134,0 zł)
- 2) Podane wartości kosztów całkowitych zadania są wartościami „brutto”

Zgodnie z Ustawą z dnia 21 listopada 2008 roku o wspieraniu termomodernizacji i remontów zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię powinno wynosić co najmniej 25%. W przedmiotowym opracowaniu wyliczone oszczędności energii stanowią 53,20% - wymagania Ustawy są spełnione (w w/w okresie w budynku prowadzono modernizację systemu grzewczego w obrębie poszczególnych mieszkań)

Z tabeli oraz wymagań ustawy wynika, że optymalną kombinacją przedsięwzięć termomodernizacyjnych jest kombinacja oznaczona literą **A** tzn. przewidującą wykonanie:

Lp.	Rodzaj usprawnienia
1.	Docieplenie stropodachu nad pomieszczeniem komunikacji (części wspólne) – ułożenie wełny mineralnej miękkiej gr. 17cm ($\lambda=0,035$) układanej dwuwarstwowo, pomiędzy krokwiami i wykonanie paroizolacji oraz montaż okładziny z płyt OSB z malowaniem.
2.	Docieplenie stropodachu nad mieszkaniami wełny mineralnej twardej gr. 16cm ($\lambda=0,035$) i wykonanie nowego pokrycia z papy termozgrzewalnej
3.	Docieplenie ścian zewnętrznych bocznych i tylnej budynku (w tym ściany klatki schodowej) 14 cm warstwą styropianu ($\lambda=0,04$) w systemie BSO z odtworzeniem detali elewacji bocznej prawej
4.	Docieplenie ściany zewnętrznej frontowej poprzez wykonanie tynków ciepłochronnych gr. 5 cm ($\lambda=0,07$) z jednoczesnym wzmocnieniem ścian i odtworzeniem detali architektonicznych

Informacje dla Inwestora

- Oszczędność c.o. bez uwzględniania c.w.u. – 65,16%
- Stawka c.o. na 1m² powierzchni użytkowej po termomodernizacji – 2,74zł/m²

7. ZAŁĄCZNIKI

- | | |
|--------------|--|
| Załącznik I | <i>Rysunki budowlane budynku mieszkalnego położonego przy
Ul. Lelewela 5 w Wałbrzychu,</i> |
| Załącznik II | <i>Wydruki danych i wyników obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła
oraz obciążenia cieplnego dla stanu istniejącego oraz wybranego
wariantu przedsięwzięć termomodernizacyjnych – program Certo 2015</i> |

LITERATURA:

1. PN-EN-ISO-6946: 1998r. „Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń.”
2. PN-EN-13790:2009 Energetyczne właściwości użytkowe budynków – obliczenie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia.
3. PN-ISO-9836: 1997r. „Właściwości użytkowe w budownictwie. Określanie i obliczanie wskaźników powierzchniowych i kubaturowych.”
4. PN-82/B-02402. „Temperatury ogrzewanych pomieszczeń w budynkach.”
5. PN-82/B-02403. „Temperatury obliczeniowe zewnętrzne.”
6. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. – z późniejszymi zmianami
7. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r.. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytu , a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. Nr 43 poz. 346) oraz zmiana z dnia 03.09.2015.
8. Ustawa z dnia 21 listopada 2008 roku o wspieraniu termomodernizacji i remontów.
9. Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27.02.2015 w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku i części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej.