

| | | | |
|---|---|---|--|
| 1. Dane identyfikacyjne budynku | | | |
| 1.1 Rodzaj budynku | Mieszkalny, wielorodzinny, | | 1.2 Rok budowy |
| 1.3 Właściciel lub zarządca budynku | Wspólnota Mieszkaniowa Ul. Osiedle Górnicze 2 58-308 Wałbrzych | 1.4 Adres budynku | Ul. Osiedle Górnicze 2 58-308 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. 7 1.1 Podstawa formalna 7 1.2 Podstawa prawna 7 1.3 Przedmiot opracowania 7 2. INWENTARYZACJA TECHNICZNO-BUDOWLANA OBIEKTU. 7 2.1 Opis techniczny konstrukcji 7 2.1.1. Ściany zewnętrzne mieszkań 8 2.1.2. Ściany zewnętrzne klatki schodowej 8 2.1.3. Przegrody poziome 8 2.1.4. Ściany wewnętrzne 9 2.1.5. Okna i drzwi 9 2.1.6. Podsumowanie 9 2.2. System grzewczy 10 2.2.1. Charakterystyka 10 2.2.2. Zapotrzebowanie na ciepło i taryfy 10 2.3. System c.w.u. 11 2.4. System wentylacji 12 3. OCENA STANU TECHNICZNEGO OBIEKTU. 12 3.1. Przegrody budowlane 12 3.2. System grzewczy..... 13 3.3. System c.w.u. i wentylacji 13 | | | |

| | |
|---|-----------|
| 4. WYKAZ PRZEDSIĘWZIĘĆ WYBRANYCH DO OPTYMALIZACJI. | 13 |
| 5. OPTYMALIZACJA PRZEDSIĘWZIĘĆ TERMOMODERNIZACYJNYCH. | 13 |
| 5.1. Zmniejszenie strat przenikania przez przegrody..... | 14 |
| 5.1.1. Docieplenie ścian zewnętrznych budynku | 14 |
| 5.2. Poprawa sprawności cieplnej systemu grzewczego | 14 |
| 5.3. Podsumowanie | 15 |
| 6. WYBÓR OPTYMALNEGO WARIANTU TERMOMODERNIZACJI. | 15 |
| 7. ZAŁĄCZNIKI..... | 17 |

KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

| | | | |
|---|---|--|----------------------------------|
| 1. Dane ogólne | | | |
| 1 | Konstrukcja / technologia budynku | Tradycyjny murowany | |
| 2 | Liczba kondygnacji | 4 | |
| 3 | Kubatura części ogrzewanej [m ³] | 1424,9 | |
| 4 | Powierzchnia netto budynku [m ²] | 562,44 | |
| 5 | Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²] | 449,37 | |
| 6 | Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²] | 44,3 – klatka schodowa 68,77 – lokal usługowy | |
| 7 | Liczba mieszkań | 10 | |
| 8 | Liczba osób użytkujących budynek | 17 | |
| 9 | Sposób przygotowania ciepłej wody | indywidualny, termy gazowe | |
| 10 | Rodzaj systemu ogrzewania budynku | indywidualne kotły gazowe | |
| 11 | Współczynnik kształtu [1/m] | 0,30 | |
| 12 | Inne dane charakteryzujące budynek | | |
| 2. Współczynnik przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne [W/m²K] | | Stan przed termomodernizacją | Stan po termomodernizacji |
| 1 | Ściany zewnętrzne mieszkań | 1,35 | 0,24 |
| 2 | Okna mieszkań | 1,60 | 1,60 |
| 3 | Okna klatki schodowej | 1,60 | 1,60 |
| 4 | Okna lokalu usługowego | 2,00 | 2,00 |
| 5 | Strop nad mieszkaniami | 0,90 | 0,90 |
| 6 | Drzwi wejściowe do budynku | 1,60 | 1,60 |
| 7 | Drzwi wejściowe do lokalu | 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] | 889,2 | 889,2 |
| 4 | Liczba wymian [1/h] | 0,62 | 0,62 |
| 6. Charakterystyka energetyczna budynku | | | |
| 1 | Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW] | 54,5 | 30,4 |
| 2 | Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie c.w.u. [kW] | 21,8 | 21,8 |
| 3 | Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok] [kWh/rok] | 344,5 95 695 | 122,5 34 030 |
| 4 | Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok] [kWh/rok] | 430,2 119 499 | 153,0 42 495 |
| 5 | Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło dla c.w.u. [GJ/rok] [kWh/rok] | 75,2 20 890 | 75,2 20 890 |
| 6 | Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) | -- | -- |
| 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] | 122,16 | 39,35 |
| 9 | Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok] | 152,55 | 49,13 |
| 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] | 4,72 | 2,30 |
| 6 | Opłata abonamentowa | [zł] | 500,0 | 500,0 |
| 7 | Inne | [zł] | - | - |
| 8. Charakterystyka ekonomicznie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego | | | | |
| Planowane koszty całkowite dla budynku | | [zł] | 149 514,5 | Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%] 54,85 |
| W tym planowane koszty dla części mieszkalnej – koszt kwalifikowany | | [zł] | 129 673,92 | |
| Roczna oszczędność kosztów energii | | [zł] | 15 025,5 | Ograniczenie emisji gazów - emisja CO2 [%] 46,78 |

| 9. Informacje dodatkowe - dla budynku | | Stan przed termom. | Stan po termom. | Efekt termom. |
|--|--|--------------------|-----------------|-----------------|
| 1 | Zapotrzebowanie na energię pierwotną budynku [kWh/rok] | 172 280 | 87 576 | 84 704 |
| 2 | Ograniczenie emisji gazów cieplarnianych związanych z użytkowaniem obiektu – emisja CO2 [Mg CO2/rok] | 30,57 | 16,27 | 14,30 |
| 3 | Całkowita roczna ilość zaoszczędzonej energii cieplnej [GJ/rok] [kWh/rok] | 526,8 146 340 | 249,6 69 336 | 277,2 77 004 |

WYTYCZNE I UWAGI INWESTORA:

1. Uwzględnienie w pierwszej kolejności jako możliwe do realizacji usprawnienia obejmujące docieplenie ścian zewnętrznych,
2. Rezygnacja z usprawnień systemu grzewczego – usprawnienia realizowane indywidualnie przez mieszkańców.

Dokumenty i dane źródłowe z których korzystał audytor:

1. Informacja dotycząca powierzchni użytkowej, roku budowy oraz ilości zameldowanych osób,

KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO DLA CZĘŚCI MIESZKALNEJ BUDYNKU

| | | | |
|--|--|--|----------------------------------|
| 10. Dane ogólne | | | |
| 1 | Konstrukcja / technologia budynku | Tradycyjny murowany | |
| 2 | Liczba kondygnacji | 4 | |
| 3 | Kubatura części ogrzewanej [m ³] | 1235,8 | |
| 4 | Powierzchnia netto budynku [m ²] | 562,44 | |
| 5 | Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²] | 449,37 | |
| 6 | Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²] | 44,3 – klatka schodowa 68,77 – lokal usługowy | |
| 7 | Liczba mieszkań | 10 | |
| 8 | Liczba osób użytkujących budynek | 17 | |
| 9 | Sposób przygotowania ciepłej wody | indywidualny, termy gazowe | |
| 10 | Rodzaj systemu ogrzewania budynku | indywidualne kotły gazowe | |
| 11 | Współczynnik kształtu [1/m] | 0,27 | |
| 12 | Inne dane charakteryzujące budynek | | |
| 11. Współczynnik przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne [W/m²K] | | Stan przed termomodernizacją | Stan po termomodernizacji |
| 1 | Ściany zewnętrzne mieszkań | 1,35 | 0,24 |
| 2 | Okna mieszkań | 1,60 | 1,60 |
| 3 | Okna klatki schodowej | 1,60 | 1,60 |
| 4 | Okna lokalu usługowego | 2,00 | 2,00 |
| 5 | Strop nad mieszkaniami | 0,90 | 0,90 |
| 6 | Drzwi wejściowe do budynku | 1,60 | 1,60 |
| 7 | Drzwi wejściowe do lokalu | 2,00 | 2,00 |
| 12. 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 |
| 13. 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 |
| 14. 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] | 766,8 | 766,8 |
| 4 | Liczba wymian [1/h] | 0,62 | 0,62 |
| 15. Charakterystyka energetyczna budynku | | | |
| 1 | Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW] | 47,3 | 25,6 |
| 2 | Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie c.w.u. [kW] | 20,7 | 20,7 |
| 3 | Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok] [kWh/rok] | 298,0 82 788 | 97,4 27 056 |
| 4 | Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok] [kWh/rok] | 372,1 103 382 | 121,6 33 786 |
| 5 | Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło dla c.w.u. [GJ/rok] [kWh/rok] | 71,9 19 985 | 71,9 19 985 |
| 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] | 140,85 | 45,37 |
| 9 | Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok] | 175,89 | 56,65 |
| 10 | Udział odnawialnych źródeł energii [%] | 0,0 | 0,0 |

KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO DLA LOKALU USŁUGOWEGO

| | | | |
|--|---|--|----------------------------------|
| 16. Dane ogólne | | | |
| 1 | Konstrukcja / technologia budynku | Tradycyjny murowany | |
| 2 | Liczba kondygnacji | 4 | |
| 3 | Kubatura części ogrzewanej [m ³] | 1235,8 | |
| 4 | Powierzchnia netto budynku [m ²] | 562,44 | |
| 5 | Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²] | 449,37 | |
| 6 | Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²] | 44,3 – klatka schodowa 68,77 – lokal usługowy | |
| 7 | Liczba mieszkań | 10 | |
| 8 | Liczba osób użytkujących budynek | 17 | |
| 9 | Sposób przygotowania ciepłej wody | indywidualny, termy gazowe | |
| 10 | Rodzaj systemu ogrzewania budynku | indywidualne kotły gazowe | |
| 11 | Współczynnik kształtu [1/m] | 0,67 | |
| 12 | Inne dane charakteryzujące budynek | | |
| 17. Współczynnik przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne [W/m²K] | | Stan przed termomodernizacją | Stan po termomodernizacji |
| 1 | Ściany zewnętrzne mieszkań | 1,35 | 0,24 |
| 2 | Okna mieszkań | 1,60 | 1,60 |
| 3 | Okna klatki schodowej | 1,60 | 1,60 |
| 4 | Okna lokalu usługowego | 2,00 | 2,00 |
| 5 | Strop nad mieszkaniami | 0,90 | 0,90 |
| 6 | Drzwi wejściowe do budynku | 1,60 | 1,60 |
| 7 | Drzwi wejściowe do lokalu | 2,00 | 2,00 |
| 18. 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 |
| 19. 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 |
| 20. 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] | 122,4 | 122,4 |
| 4 | Liczba wymian [1/h] | 0,65 | 0,65 |
| 21. Charakterystyka energetyczna budynku | | | |
| 1 | Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW] | 7,2 | 4,8 |
| 2 | Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie c.w.u. [kW] | 1,1 | 1,1 |
| 3 | Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok] [kWh/rok] | 46,5 12 907 | 25,1 6 975 |
| 4 | Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok] [kWh/rok] | 58,1 16 117 | 31,3 8 710 |
| 5 | Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło dla c.w.u. [GJ/rok] [kWh/rok] | 3,3 905 | 3,3 905 |
| 6 | Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) | -- | -- |
| 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] | 920,4 | 296,45 |
| 9 | Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok] | 1149,35 | 370,19 |
| 10 | Udział odnawialnych źródeł energii [%] | 0,0 | 0,0 |

1. DANE OGÓLNE

1.1. PODSTAWA FORMALNA

Opracowanie pn. **Audyt energetyczny. Budynek mieszkalny wielorodzinny – ul. Osiedle Górnicze 2 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. Osiedle Górnicze 2 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 w 1954 roku. Wykonany został w technologii tradycyjnej murowanej. Układ konstrukcyjny budynku mieszany. Budynek stanowi segment skrajny lewy obiektu.

Objęty opracowaniem budynek posiada 4 kondygnacje, 10 mieszkań. Obiekt zamieszkiwany jest przez 17 osób.

W budynku znajduje się także 1 lokal użytkowy.

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

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 zespół budynków jest podpiwniczony. Konstrukcja dachowa obiektu drewniana czterospadowa, Pokrycie dachu stanowi dachówka ceramiczna. Podstawowe parametry techniczne analizowanego budynku mieszkalnego przedstawiono w tabeli 1

Tabela 1. Parametry techniczne budynku.

| L.p. | Parametr | Jednostka | Obmiar |
|------|--------------------------------|--------------------|--------|
| 1 | Wysokość kondygnacji | [m] | 2,75 |
| 2 | Powierzchnia użytkowa mieszkań | [m ²] | 449,37 |
| 2 | Powierzchnia użytkowa lokalu | [m ²] | 68,77 |

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

Wszystkie stropy budynku wykonane są jako gęstożebrowe pokryte dodatkowo warstwami ocieplającymi i wykończeniowymi. Układ warstw stropu pomiędzy kondygnacjami powtarzalnymi, licząc od dołu do góry, przedstawiono w tabeli 4.

Tabela 4. Układ warstw stropu powtarzalnego.

| L.p. | Materiał | Grubość | Współczynnik przewodzenia ciepła |
|------|--------------------|----------|----------------------------------|
| | | d [cm] | λ [W/m ² K] |
| 1 | Strop gęstożebrowy | 24,0 | 0,92 |
| 2 | Styropian | 3,0 | 0,052 |
| 3 | Jastrych cementowy | 5,0 | 1,00 |

Strop pod poddaszem nieużytkowym wykonany jest jako masywny gęstożebrowy. Układ warstw stropu piętra licząc od dołu do góry, przedstawiono w tabeli 5.

Tabela 5. Układ warstw stropu pod poddaszem.

| L.p. | Materiał | Grubość | Współczynnik przewodzenia ciepła |
|------|--------------|----------|----------------------------------|
| | | d [cm] | λ [W/m ² K] |
| 1 | Tynk cem-wap | 1,0 | 0,82 |

| | | | |
|---|--------------------|------|-------|
| 2 | Strop gestożebrowy | 24,0 | 0,92 |
| 3 | Styropian | 3,0 | 0,052 |
| 4 | Jastrych cementowy | 5,0 | 1,00 |

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 6.

Tabela 6. Układ warstw ścian piwnica – klatka schodowa.

| 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 i drzwi balkonowe PCV dwuszybowe. Na klatce schodowej stolarka okienna PCV – wymieniona przez Wspólnotę – założony dla nich współczynnik przenikania ciepła wynosi $U = 1,60$ W/m²K.

Drzwi wejściowe do budynku aluminiowe wymienione przez Wspólnotę $U = 2,0$ W/m²K..

Drzwi wejściowe do lokalu usługowego aluminiowe $U = 2,0$ W/m²K..

Drzwi wejściowe do mieszkań - drewniane typowe, a założony dla nich współczynnik przenikania ciepła wynosi $U = 2,60$ W/m²K

2.1.8. PODSUMOWANIE

W załączniku I do niniejszej pracy zamieszczono elewacje pochodzące z inwentaryzacji budowlanej opracowanej dla celów audytu energetycznego. W tabeli 7 zestawiono powierzchnie całkowite ścian i stropów (nie odliczono powierzchni okien i drzwi) oraz współczynnik przenikania przegród budowlanych opisanych powyżej.

Tabela 7. Współczynnik przenikania przegród budowlanych (nie odliczono powierzchni okien).

| L.p. | Rodzaj przegrody | Powierzchnia | Współczynnik przenikania |
|------|---------------------------|-------------------|--------------------------|
| | | [m ²] | [W/m ² K] |
| 1 | Ściana zewnętrzna budynku | 644,7 | 1,35 |
| 2 | Strop strych | 173,0 | 0,90 |
| 3 | Strop piwnica | 129,0 | 0,80 |
| 4 | Ściany wewnętrzne | 166,0 | 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 8. 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 9.

Tabela 9. 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 10. Obliczeniowe zużycie energii analizowanego budynku w sezonie standardowym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego.

| | Jedn. | Suma |
|-----------------|---------|---------|
| Energia pobrana | [GJ] | 430,2 |
| Moc zamówiona | [MW/mc] | 0,054,5 |

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
- Czas użytkowania – 328,5 doby/rok

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 – 21,8 kW

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię końcową dla potrzeb c.w.u. – 20 890 kWh – 75,2 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 - $V_{ve,1,s} = 0,00032 \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{m}^2$
- dla lokalu - $V_{ve,1,s} = 0,00033 \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{m}^2$

Uśredniony w czasie strumień powietrza zewnętrznego w strefie ogrzewanej

- dla mieszkań - $V_{ve,1,n} = 0,144 \text{ m}^3/\text{s}$
- dla lokalu - $V_{ve,1,n} = 0,023 \text{ m}^3/\text{s}$

Dodatkowy strumień powietrza zewnętrznego infiltrującego

- dla mieszkań - $V_{inf} = n \cdot V / 3600 = 0,2 \cdot 1235,8 / 3600 = 0,069 \text{ m}^3/\text{s}$
- dla lokalu - $V_{inf} = n \cdot V / 3600 = 0,2 \cdot 189,1 / 3600 = 0,011 \text{ m}^3/\text{s}$

Przyjęty strumień powietrza wentylacyjnego mieszkań wynosi – 766,8 m³/h.

Przyjęty strumień powietrza wentylacyjnego lokalu wynosi – 122,4 m³/h.

3. OCENA STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU

3.1. PRZEGRODY BUDOWLANE

Budynek mieszkalny przy ul. Osiedle Górnicze jest eksploatowany od ponad 50 lat. W wyniku dokonanego przeglądu niewielkie spękania ściany zewnętrznej frontowej. W kilku miejscach stwierdzono ubytki okładziny oraz powierzchniowe spękania tynków. W 2010r. na budynku dokonano wymiany całego pokrycia ceramicznego na nowe. Stan techniczny budynku pod względem konstrukcyjnym jest zadowalający. W wyniku dokonanego przeglądu stwierdzono również niską izolacyjność cieplną ścian.



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 w obrębie klatek schodowych PCV stanie technicznym bardzo dobrym.

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

- ♦ docieplenie ścian zewnętrznych budynku,

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 termostatyczne. 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 11 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 11. Wykaz przedsięwzięć termomodernizacyjnych.

| Lp. | Opis |
|-----|--|
| 1 | Docieplenie ścian zewnętrznych budynku w systemie BSO. |

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 *szczególne zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego i zmiana z 3 września 2015*

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

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 ŚCIAN ZEWNĘTRZNYCH BUDYNKU.

Proponuje się wykonanie ocieplenia ścian zewnętrznych budynku styropianem w systemie BSO. W tabeli 12 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. W kosztach robót uwzględniono docieplenie ościeży oraz wykonanie nowych obróbek blacharskich i odtworzenia opasek okiennych.

Przyjęty współczynnik przewodności cieplnej styropianu $\lambda=0,04$.

Tabela 12. Wybór optymalnej grubości docieplenia ścian zewnętrznych budynku.

| 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 | 556,9 | 253,33 | | 0,0301 | | - | 0,74 | - |
| 10,0 | | | | 57,90 | | 0,0069 | 139536,9 | 3,24 | 13,17 |
| 11,0 | | | | 53,76 | | 0,0064 | 140739,8 | 3,49 | 13,01 |
| 12,0 | | | | 50,16 | | 0,0060 | 141942,7 | 3,74 | 12,89 |
| 13,0 | | | | 47,02 | | 0,0056 | 143145,6 | 3,99 | 12,80 |
| 14,0 | | | | 44,25 | | 0,0053 | 144348,5 | 4,24 | 12,74 |
| 15,0 | | | | 41,79 | | 0,0050 | 146754,3 | 4,49 | 12,80 |
| 16,0 | | | | 39,58 | | 0,0047 | 149160,1 | 4,74 | 12,88 |

Optymalną warstwą docieplenia ścian zewnętrznych mieszkań, 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.

5.2. 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 zaleceń zawartych w załączniku nr 1 do Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 roku i zmiana z 3 września 2015.

$$SPBT = N_{co} / \sum \Delta O_{roco}; [\text{lata}] \quad (12)$$

gdzie:

N_{co} - planowane koszty robót wynikające z zastosowania wariantu przedsięwzięcia dotyczącego poprawy sprawności systemu grzewczego; [zł],

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

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

$$\Delta O_{roco} = (x_0 \cdot w_{to} \cdot w_{do} \cdot Q_{oco} \cdot O_{oz} / \eta_o - x_1 \cdot w_{tl} \cdot w_{dl} \cdot Q_{oco} \cdot O_{tz} / \eta_1) + 12 \cdot (y_0 \cdot q_{0m} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1m} \cdot O_{1m}) + 12 \cdot (A_{b0} - A_{b1}); [\text{zł/rok}] \quad (13)$$

gdzie:

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

- η_o, η_1 - całkowita sprawność systemu ogrzewania przed i po termomodernizacji obliczana ze wzoru (14),
- w_{to}, w_{t1} - współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu w okresie tygodnia określone na podstawie załącznika nr 1 do Rozporządzenia, tu obydwie: 1,
- w_{do}, w_{d1} - 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.

5.4. POSUMOWANIE

W tabeli 13 zestawiono wyłonione powyżej zoptymalizowane usprawnienia termomodernizacyjne zmierzające do zmniejszenia zapotrzebowania analizowanego budynku na ciepło w wyniku zmniejszenia strat przegrody zewnętrzne.

Tabela 13. Zoptymalizowane usprawnienia zmniejszające straty ciepła przez przegrody.

| Lp. | Rodzaj usprawnienia | Planowane koszty | SPBT |
|-----|---|-------------------|----------|
| | | [zł] | [lata] |
| 1. | Docieplenie ścian zewnętrznych budynku (w tym ściany klatki schodowej) 14 cm warstwą styropianu w systemie BSO ($\lambda=0,04$) | 144 348,5 | 12,74 |
| | W tym koszt dotyczący części mieszkalnej (86,73%) | 125 193,45 | |
| 2. | Kosz opracowania audytu energetycznego i dokumentacji projektowo-kosztorysowej (w tym koszt audytu wykonawczego) | 5 166,0 zł | |
| | W tym koszt dotyczący części mieszkalnej (86,73%) | 4 480 ,47 | |

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 *szczególne 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

$$\Delta O_{rco} = (w_{to} * w_{do} * Q_{oco} / \eta_o + Q_{ocw}) * O_{0z} - (w_{t1} * w_{d1} * Q_{1co} / \eta_1 + Q_{1cw}) * O_{0z} + 12 * [(q_{0m} + q_{0cw}) * Q_{om} - (q_{1m} + q_{1cw}) * Q_{1m}] + 12 * (Ab_0 - Ab_1) ; [zł/rok]$$

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

$$\Delta Q = \frac{(w_{do} w_{to} Q_{oco} / \eta_o + Q_{ocw} / \eta_{ocwu}) - (w_{d1} w_{t1} Q_{1co} / \eta_1 + Q_{1cw} / \eta_{1cwu})}{(w_{do} w_{to} Q_{oco} / \eta_o + Q_{ocw})} \times 100 \quad [\%]$$

Wykaz kombinacji zoptymalizowanych przedsięwzięć termomodernizacyjnych z wartościami obliczonych dla nich parametrów opisanych powyższymi formułami matematycznymi w tabeli 14.

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 14. 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 | 149 514,5 | 15 025,5 | 54,85 |

- 1) numery zoptymalizowanych przedsięwzięć termomodernizacyjnych pochodzą z tabeli 13. W nakładach uwzględniono również koszty opracowania audytu energetycznego oraz projektu termomodernizacji budynku (łącznie koszt ok. 5166,0 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 54,85% - 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:

- ♦ Docieplenie ścian zewnętrznych budynku (w tym ścian klatki schodowej i lokalu) 14 cm warstwą styropianu w systemie BSO (1),

Informacje dla Inwestora

- Oszczędność c.o. bez uwzględniania c.w.u. – 64,44%
- Stawka c.o. na 1m² powierzchni użytkowej po termomodernizacji – 2,30zł/m²

8. ZAŁĄCZNIKI

- | | |
|--------------|--|
| Załącznik I | <i>Rysunki budowlane budynku mieszkalnego położonego przy Ul. Osiedle Górnicze 2 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.