



**ENERGOSAN Piotr Kowalczyk**  
ul. Polna 3C, 05-092 Łomianki  
tel. 0 602 368 256; 604 863 430  
e-mail: kowalczyk@energosan.pl  
www.energosan.pl

# **AUDYT ENERGETYCZNY**

## **SZKOŁY PODSTWOWEJ**

### **im. Kawalerów Orderu Uśmiechu**

#### **w Rudzienku**



**ADRES:** *ul. Szkolna 11 Rudzienko,  
05-340 Kołbiel*

**INWESTOR:** *Gmina Kołbiel  
ul. Szkolna 1, 05-340 Kołbiel*

**Warszawa, maj 2016 r.**

**1 STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU**

|   |   |  |  |
|---|---|--|--|
| <b>1. Dane identyfikacyjne budynku</b>  |   |  |  |
| <b>1.1 Rodzaj budynku</b>   | Budynek użyteczności publicznej z lokalami mieszkalnymi   | <b>1.2 Rok budowy</b>  | 1988 r.  |
| <b>1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres)</b>  | Gmina Kołbiel<br>ul. Szkolna 1, 05-340 Kołbiel<br>tel.. 025 757-39-92 do 96;<br>fax. 025 757-39-97  | <b>1.4 Adres budynku</b>   | Szkoła Podstawowa im. Kawalerów Orderu Uśmiechu w Rudzienku<br>ul. Szkolna 11 Rudzienko,<br>05-340 Kołbiel, powiat otwocki,<br>województwo mazowieckie |
| <b>2. Nazwa, adres i nr REGON podmiotu wykonującego audyt:</b>  |   |  |  |
| ENERGOSAN Piotr Kowalczyk, 140 2425 07, ul. Polna 3C, 05-092 Łomianki, tel. 602 368 256                   |   |  |  |
| <b>3. Imię, nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:</b> |   |  |  |
| inż. Piotr Kowalczyk, ul. Polna 3C, 05-092 Łomianki<br>upr. bud. MAZ/0037/PWOS/04                         |   |  |  |
| <b>4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje:</b>                     |   |  |  |
| Lp.   | Imię i nazwisko   | Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego                                 | posiadane kwalifikacje (w tym ew. uprawnienia)   |
| 1.  | -   | -  | -  |
| <b>5. Miejscowość:</b>  | Warszawa  | <b>data wykonania opracowania:</b>   | 2016-05-09   |
| <b>6. Spis treści</b>   |   |  |  |
| 1   | Strona tytułowa audytu energetycznego budynku .....   |  | 1  |
| 2   | Karta audytu energetycznego budynku .....   |  | 2  |
| 3   | Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora .....  |  | 4  |
| 4   | Inwentaryzacja techniczno - budowlana budynku .....   |  | 6  |
| 5   | Ocena aktualnego stanu technicznego budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych ulepszeń i przedsięwzięć termomodernizacyjnych ..... |  | 12   |
| 6   | Zestawienie wskazanych rodzajów ulepszeń wybranych na podstawie oceny stanu technicznego.....   |  | 14   |
| 7   | Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego .....   |  | 15   |
| 8   | Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji .....                                 |  | 25   |
| 9   | Załączniki do audytu .....  |  | 27   |

## 2 KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

| 1. Dane ogólne   |  | Stan przed termomod.                                 | Stan po termomod |
|--|--|--|------------------|
| 1.   | Konstrukcja / technologia budynku  | tradycyjna   | bez zmian        |
| 2.   | Liczba kondygnacji   | 3  | bez zmian        |
| 3.   | Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]   | 6 091  | bez zmian        |
| 4.   | Kubatura ogrzewanych pomieszczeń [m <sup>3</sup> ]   | 4 568  | bez zmian        |
| 5.   | Powierzchnia netto (ogrzewana) budynku [m <sup>2</sup> ]   | 1 533  | bez zmian        |
| 6.   | Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m <sup>2</sup> ]  | 480,0  | bez zmian        |
| 7.   | Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m <sup>2</sup> ] | 1 052,5  | bez zmian        |
| 8.   | Liczba lokali mieszkalnych   | 7  | bez zmian        |
| 9.   | Liczba osób użytkujących budynek   | 134  | bez zmian        |
| 10.  | Sposób przygotowania ciepłej wody  | podgrzewacze elektryczne / indywidualne kotły gazowe |                  |
| 11.  | Rodzaj systemu grzewczego budynku  | kotłownia gazowa / indywidualne kotły gazowe         |                  |
| 12.  | Współczynnik kształtu A/V [1/m]  | 0,40   | bez zmian        |
| 13.  | Inne dane charakteryzujące budynek   | -  | -                |
| <b>2. Współczynniki przenikania ciepła [W/(m<sup>2</sup>K)]</b>                                      |  |  |                  |
| 1.   | Ściana zewnętrzna  | 1,064  | 0,196            |
| 2.   | Ściana zewnętrzna, deskowanie  | 1,147  | 0,198            |
| 3.   | Ściana zewnętrzna, przyziemie  | 1,194  | 0,200            |
| 4.   | Podłoga na gruncie, parter   | 0,421  | 0,421            |
| 5.   | Podłoga na gruncie, przyziemie   | 0,434  | 0,434            |
| 6.   | Strop pod strychem   | 0,908  | 0,150            |
| 7.   | Drzwi zewnętrzne w ramie AL  | 2,0  | 2,0              |
| 8.   | Drzwi zewnętrzne, drewniane  | 3,5  | 1,3              |
| 9.   | Drzwi zewnętrzne, do części lokalowej  | 2,0  | 2,0              |
| 10.  | Drzwi zewnętrzne, stalowe  | 5,1  | 1,3              |
| 11.  | Okna w ramach PCV  | 1,3  | 1,3              |
| <b>3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu</b> |  |  |                  |
| <b>3a. Jw. – część szkolna</b>   |  |  |                  |
| 1.   | Sprawność wytwarzania [-]  | 0,92   | 0,92             |
| 2.   | Sprawność przesyłu [-]   | 0,80   | 0,90             |
| 3.   | Sprawność regulacji i wykorzystania [-]  | 0,77   | 0,88             |
| 4.   | Sprawność akumulacji [-]   | 1,00   | 1,00             |
| 5.   | Ogólna sprawność systemu dystrybucji ciepła [-]  | 0,57   | 0,73             |
| 6.   | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia [-]  | 0,85   | 0,85             |
| 7.   | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]  | 0,95   | 0,95             |
| <b>3b. Jw. – część mieszkalna</b>  |  |  |                  |
| 1.   | Sprawność wytwarzania [-]  | 0,91   | 0,91             |
| 2.   | Sprawność przesyłu [-]   | 1,00   | 1,00             |
| 3.   | Sprawność regulacji i wykorzystania [-]  | 0,88   | 0,88             |
| 4.   | Sprawność akumulacji [-]   | 1,00   | 1,00             |
| 5.   | Ogólna sprawność systemu dystrybucji ciepła [-]  | 0,80   | 0,80             |
| 6.   | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia [-]  | 1,00   | 1,00             |
| 7.   | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]  | 1,00   | 1,00             |
| <b>4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej</b>                           |  |  |                  |
| <b>4a. Jw. – część szkolna</b>   |  |  |                  |
| 1.   | Sprawność wytwarzania [-]  | 0,99   | 0,99             |
| 2.   | Sprawność przesyłu [-]   | 0,80   | 0,80             |
| 3.   | Sprawność akumulacji [-]   | 1,00   | 1,00             |
| 4.   | Sprawność regulacji i wykorzystania [-]  | 1,00   | 1,00             |
| 5.   | Sprawność całkowita systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej [-]                               | 0,79   | 0,79             |
| <b>4b. Jw. – część szkolna</b>   |  |  |                  |
| 1.   | Sprawność wytwarzania [-]  | 0,85   | 0,85             |
| 2.   | Sprawność przesyłu [-]   | 0,80   | 0,80             |

|  |  |  |                       |                      |
|--|--|--|-----------------------|----------------------|
| 3.   | Sprawność akumulacji   | [-]  | 1,00                  | 1,00                 |
| 4.   | Sprawność regulacji i wykorzystania  | [-]  | 1,00                  | 1,00                 |
| 5.   | Sprawność całkowita systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej   | [-]  | 0,68                  | 0,68                 |
| <b>5. Charakterystyka systemu wentylacji</b>   |  |  |                       |                      |
| 1.   | Rodzaj wentylacji ( naturalna, mechaniczna )   |  | naturalna             | naturalna            |
| 2.   | Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza   |  | Okna/<br>kratki went. | Okna/<br>kratki went |
| 3.   | Strumień powietrza zewnętrznego <sup>1)</sup>  | [m <sup>3</sup> /h]  | 3 685                 | 3 685                |
| 4.   | Krotność wymian  | [1/h]  | 0,81                  | 0,81                 |
| <b>6. Charakterystyka energetyczna budynku</b>   |  |  |                       |                      |
| 1.   | Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego  | [kW]   | 131,9                 | 84,3                 |
| 2.   | Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu  | [kW]   | 43,7                  | 43,7                 |
| 3.   | Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)   | [GJ/rok]   | 731                   | 354                  |
| 4.   | Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)  | [GJ/rok]   | 996                   | 408                  |
| 5.   | Obliczeniowe zużycie energii do przygotowania cwu <sup>2)</sup>  | [GJ/rok]   | 110                   | 110                  |
| 6.   | Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) <sup>3)</sup> | [GJ/rok]   | -                     | -                    |
| 7.   | Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) <sup>3)</sup>                             | [GJ/rok]   | -                     | -                    |
| 8.   | Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)  | [kWh/(m <sup>2</sup> rok)]   | 132,50                | 64,17                |
| 9.   | Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)   | [kWh/(m <sup>2</sup> rok)]   | 180,53                | 73,95                |
| 10.  | Udział odnawialnych źródeł energii   | [%]  | 0,00                  | 0,00                 |
| <b>7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzenia audytu) <sup>4)</sup></b>   |  |  |                       |                      |
| Centralne ogrzewanie   |  |  |                       |                      |
| 1.   | Koszt za 1GJ ciepła do ogrzewania budynku  | [zł/GJ]  | 50,27                 | 50,27                |
| 2.   | Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc  | [zł/(MW m-c)]  | 4 592,49              | 4 592,49             |
| Ciepła woda użytkowa   |  |  |                       |                      |
| 3.   | Koszt przygotowania 1m <sup>3</sup> ciepłej wody użytkowej   | [zł/m <sup>3</sup> ]   | 32,1                  | 32,1                 |
| 3a.  | Koszt za 1GJ ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej  | [zł/GJ]  | 122,82                | 122,82               |
| 4.   | Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc  | [zł/(MW m-c)]  | 0,00                  | 0,00                 |
| 5.   | Miesięczny koszt ogrzania 1 m <sup>2</sup> powierzchni użytkowej   | [zł/(m <sup>2</sup> m-c)]  | 3,31                  | 1,56                 |
| 6.   | Miesięczna opłata abonamentowa   | [zł/m-c]   | 298,49                | 298,49               |
| 7.   | Inne   | [zł]   | -                     | -                    |
| <b>8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</b>   |  |  |                       |                      |
| Planowana suma kredytu [zł]  | 295 464,00   | Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię                                   | [%]                   | 53,2                 |
| Planowane koszty całkowite [zł]  | 369 330,00   | Premia termomodernizacyjna   | [zł]                  | 59 092,80            |
| Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]  | 32 182,00  |  |                       |                      |
| <b>9. Charakterystyka energetyczno - ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wraz z instalacją fotowoltaiczną (OZE)</b> |  |  |                       |                      |
| Średnioroczna produkcja / oszczędność energii elektrycznej [kWh]   | 1 910  | Koszt realizacji usprawnienia  | [zł]                  | 25 000               |
| Cena jednostkowa energii elektrycznej (brutto) [zł/kWh]  | 0,5578   | Planowane koszty całkowite (termomodernizacja + panele PV + wymiana oświetlenia) | [zł]                  | 394 330              |
| Roczna oszczędność kosztów energii elektrycznej [zł/rok]   | 1 065  | Roczna oszczędność kosztów energii (ciepłej i elektrycznej)                      | [zł/rok]              | 33 247               |

- 1) - Wyliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego zamieszczono w załączniku 9.3
- 2) - Zużycie CWU wg obliczeń przedstawionych w załączniku nr 9.2.
- 3) - Obiekt jest rozliczany ze zużycia gazu na podstawie kilku gazomierzy (gazomierz na część szkolną i indywidualne gazomierze lokali mieszkalnych). Brak danych dotyczących zużycia gazu w lokalach mieszkalnych. Brak zmierzonego zużycia energii elektrycznej na cele c.w.u. w części mieszkalnej. Występuje jeden licznik energii elektrycznej w szkole na cele grzewcze (podgrzewacze c.w.u.) i cele bytowe.
- 4) - Wyliczenie opłat w załączniku nr 9.1.

### **3 DOKUMENTY I DANE ŹRÓDŁOWE WYKORZYSTANE PRZY OPRACOWANIU AUDYTU ORAZ WYTYCZNE I UWAGI INWESTORA**

#### **3.1 Cel pracy**

Podstawowym celem jest optymalizacja zakresu inwestycji termomodernizacji budynku Szkoły Podstawowej im. Kawalerów Orderu Uśmiechu w Rudzienku.

Opracowanie w części merytorycznej swoim zakresem obejmuje:

- ocenę stanu istniejącego budynku pod kątem izolacyjności cieplnej przegród,
- ocenę stanu istniejących wewnętrznych instalacji ogrzewczych wraz ze źródłem ciepła,
- propozycję rozwiązań termomodernizacyjnych pozwalających na zmniejszenie zużycia ciepła w rozpatrywanym budynku,
- procedurę wyboru optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

Realizacja powyższych przedsięwzięć ma prowadzić do zmniejszenia kosztów ogrzewania w rozpatrywanym obiekcie.

Opracowanie wykonano w celu uzyskania dofinansowania z Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Mazowieckiego na lata 2014-2020. W ramach audytu, oprócz prac termomodernizacyjnych podlegających pod Ustawę termomodernizacyjną, wykonano analizę opłacalności montażu instalacji fotowoltaicznej.

#### **3.2 Dokumentacja projektowa**

- PT zamienny instalacji c.o. i kotłowni, 1987 r.
- PT budowlana, Szkoła podstawowa / nadbudowa, 1986 r.

#### **3.3 Inne dokumenty**

- wizja lokalna,

- faktury za gaz PGNiG Obrót detaliczny sp. z o.o. za 2015 r. i faktury za energię elektryczną PGE Obrót S.A. za 2015 r. dla części szkolnej budynku,
- normy i rozporządzenia:
  - Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. Dalej zwane *Rozporządzeniem dot. audytów termomodernizacyjnych*.
  - Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 września 2015 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.
  - Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej. Dalej zwane *Rozporządzeniem dot. świadectw energetycznych*.
  - Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. (Dz. U. Nr 75, poz. 690 wraz z późniejszymi zmianami) w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie” dalej zwane *Warunkami Technicznymi*.
  - Polska Norma PN-EN-ISO 6946:2008 "Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń".
  - PN-EN ISO 13370 "Właściwości cieplne budynków - Wymiana ciepła przez grunt - Metody obliczania"
  - PN-EN ISO 14683 "Mostki cieplne w budynkach - Liniowy współczynnik przenikania ciepła - Metody uproszczone i wartości orientacyjne"
  - Polska Norma PN-EN 12831:2006 "„Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego”.
  - Polska Norma PN-EN ISO 13790:2009 "Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia".

### 3.4 Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi Inwestora (zleceniodawcy)

Zleceniodawca podał następujące wytyczne dotyczące poprawy istniejącego stanu:

- Należy rozważyć ocieplenie przegród zewnętrznych.

- Należy rozważyć wymianę drzwi zewnętrznych starego typu.
- Należy rozważyć modernizację instalacji c.o.
- Należy rozpatrzyć montaż instalacji fotowoltaicznej.

### 3.5 Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz wysokość kredytu możliwego do zaciągnięcia lub kwota dotacji:

|   |            |
|---|------------|
| Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego            | 75 000 zł  |
| Kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora lub kwota dofinansowania przedsięwzięcia termo modernizacyjnego | 300 000 zł |

## 4 INWENTARYZACJA TECHNICZNO - BUDOWLANA BUDYNKU

### 4.1 Dane ogólne

|   |  |                |
|---|--|----------------|
| Adres:                                  | ul. Szkolna 11 Rudzienko, 05-340 Kołbiel     |                |
| Inwestor:                               | Gmina Kołbiel, ul. Szkolna 1, 05-340 Kołbiel |                |
| Rok budowy                              | 1988   |                |
| Technologia                             | tradycyjna                                   |                |
| Powierzchnia zabudowy                   | 598  | m <sup>2</sup> |
| Powierzchnia netto budynku              | 1 532,5                                      | m <sup>2</sup> |
| Kubatura części ogrzewanej budynku      | 6 091  | m <sup>3</sup> |
| Kubatura przestrzeni ogrzewanej budynku | 4 568  | m <sup>3</sup> |
| Współczynnik kształtu A/V               | 0,40   | 1/m            |
| Wysokość kondygnacji w świetle          | 2,5 - 3,2                                    | m              |
| Liczba użytkowników, w tym              | 134  | os.            |
| liczba użytkowników szkoły              | 110  | os.            |
| mieszkańcy                              | 24   | os.            |

### 4.2 Uproszczona dokumentacja budynku.

Rysunki i zdjęcia budynku zostały zamieszczone w załączniku nr 9.7.

### 4.3 Opis techniczny podstawowych elementów budynku - konstrukcja

Rozpatrywany obiekt wzniesiono w systemie tradycyjnym. Budynek stanowi zwartą bryłę, jest wolnostojący. Posiada trzy kondygnacje nadziemne, jest niepodpiwniczony. Nad ostatnią kondygnacją użytkową znajduje się nieogrzewany strych. W części zachodniej budynku znajduje



się przyziemie z kotłownią i pomieszczeniami gospodarczymi. Część zachodnia budynku oraz ostatnia kondygnacja przeznaczone są na lokale mieszkalne (7 lokali).

Ściany zewnętrzne wykonane są warstwowo z cegły silikatowej i gazobetonu. Ściany zewnętrzne części środkowej II piętra są typu lekkiego, wykończone deskowaniem, ściany przyziemia – z cegły pełnej. Stropy prefabrykowane kanałowe o gr. 24 cm. Dach drewniany, kryty blachą trapezową.

#### **4.4 Opis techniczny podstawowych elementów budynku - stolarka okienna i drzwiowa**

W budynku znajdują się okna zespolone w ramach PCV (wymienione w 2006 r.). Drzwi zewnętrzne są w ramie AL (główne i od boiska), drewniane pełne (nowe – na szczytcie i starego typu 2 szt. na elewacji północnej) oraz stalowe pełne (na poziomie przyziemia).

#### **4.5 Charakterystyka energetyczna budynku**

##### **4.5.1 Zapotrzebowanie na moc i ciepło na potrzeby systemu grzewczego**

Obliczenia rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania w standardowym sezonie grzewczym wykonano na podstawie Polskiej Normy PN-EN ISO 13790:2009 "Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia"

Obliczenia szczytowej mocy grzewczej dla całego budynku wykonano zgodnie z normą PN-EN 12831 "Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego".

W/w obliczenia wykonano przyjmując wieloletnie dane klimatyczne dotyczące: średnich miesięcznych wartości zewnętrznych temperatur oraz średnich miesięcznych wartości natężenia promieniowania słonecznego (ze stacji IMiGW w Warszawie) wg danych opublikowanych na stronie Biuletynu Informacji Publicznej.

Obliczenia wykonano przy pomocy programu komputerowego Audytor OZC Pro6.6. Wyniki zamieszczono w załączniku 9.4.

Dodatkowo wykorzystano następujące normy i rozporządzenia:

- PN-EN ISO 6946 „Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń.”
- PN-82/B-02403 „Temperatury obliczeniowe zewnętrzne”.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. (Dz. U. Nr 75, poz. 690 wraz z późniejszymi zmianami) w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie”.



|   |        |        |
|---|--------|--------|
| Moc zamówiona na cele ogrzewania  | MW     | -      |
| Obliczeniowa moc systemu grzewczego   | MW     | 0,1319 |
| Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu | GJ/rok | 731    |
| Ogólna sprawność systemu ogrzewania   | -      | 0,57   |
| Obniżenie nocne   | -      | 0,95   |
| Obniżenie tygodniowe  | -      | 0,85   |
| Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu          | GJ/rok | 996    |

#### 4.5.2 Roczny koszt ogrzewania budynku

Ceny wg PGNiG Obrót Detaliczny Sp. z o.o. z podatkiem 23% VAT z dnia sporządzania audytu. Wyliczenie opłat zamieszczono w załączniku nr 9.1.

|  |          |          |
|--|----------|----------|
| Oz   | zł/GJ    | 50,27    |
| Om   | zł/MW/mc | 4 592,49 |
| A <sub>b0</sub>  | zł/mc    | 298,49   |
| Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego  | MW       | 0,1319   |
| Roczne zużycie energii na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu | GJ/rok   | 996      |
| Roczna opłata zmienna  | zł/rok   | 50 069   |
| Roczna opłata stała  | zł/rok   | 7 269    |
| Roczny koszt abonamentu  | zł/rok   | 3 582    |
| Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym   | zł/rok   | 60 920   |

#### 4.5.3 Roczny koszt przygotowania ciepłej wody użytkowej

Ceny wg PGNiG Obrót Detaliczny Sp. z o.o. oraz PGE Obrót S.A. z podatkiem 23% VAT z dnia sporządzania audytu. Wyliczenie opłat zamieszczono w załączniku nr 9.1.

|  |          |        |
|--|----------|--------|
| Oz   | zł/GJ    | 122,82 |
| Om   | zł/MW/mc | 0,00   |
| A <sub>b0</sub>  | zł/rok   | 0,00   |
| Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody użytkowej | MW       | 0,0437 |
| Roczne zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej   | GJ/rok   | 110    |
| Roczna opłata zmienna  | zł/rok   | 13 510 |
| Roczna opłata stała  | zł/rok   | 0      |
| Roczna opłata abonamentowa                                       | zł/rok   | 0      |
| Roczny koszt przygotowania ciepłej wody użytkowej                | zł/rok   | 13 510 |

#### 4.5.4 Roczny koszt ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej

|   |        |        |
|---|--------|--------|
| Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym    | zł/rok | 60 920 |
| Roczny koszt przygotowania ciepłej wody użytkowej | zł/rok | 13 510 |
| Roczny koszt sumaryczny                           | zł/rok | 74 430 |

#### 4.6 Charakterystyka systemu grzewczego

| Rodzaj danych  | Dane w stanie istniejącym                                   |
|--|---|
|  | <b><u>Cześć szkolna</u></b>                                 |
| Typ instalacji   | Tradycyjna , pompowa, dwururowa                             |
| Parametry instalacji                                   | 90/70°C   |
| Przewody w instalacji                                  | Stalowe   |
| Rodzaje grzejników                                     | Żeliwne członowe, miejscowo – członowe aluminiowe           |
| Oslonięcie grzejników                                  | W niektórych pomieszczeniach                                |
| Zawory termostatyczne                                  | Brak  |
| Zabezpieczenie   | Naczynie wzbiorcze zamknięte i zawór bezpieczeństwa         |
| Odpowietrzenie   | Sieć odpowietrzająca, miejscowo automatyczne odpowietrzniki |
| Liczba dni ogrzewania w tygodniu/liczba godzin na dobę | 7/24; realizowane są obniżenia dobowe i tygodniowe          |
| Modernizacja instalacji po 1984 r.                     | Brak modernizacji instalacji c.o. od czasu budowy budynku   |
|  | <b><u>Cześć mieszkalna</u></b>                              |
| Typ instalacji   | Mieszkaniowe , pompowe, dwururowe                           |
| Parametry instalacji                                   | Brak danych   |
| Przewody w instalacji                                  | Stalowe   |
| Rodzaje grzejników                                     | Żeliwne członowe, aluminiowe członowe, stalowe płytowe      |
| Oslonięcie grzejników                                  | Brak  |
| Zawory termostatyczne                                  | Tak   |
| Zabezpieczenie   | Naczynia wzbiorcze zamknięte i zawory bezpieczeństwa        |
| Odpowietrzenie   | Automatyczne odpowietrzniki                                 |
| Liczba dni ogrzewania w tygodniu/liczba godzin na dobę | 7/24  |
| Modernizacja instalacji po 1984 r.                     | Brak danych   |

Istniejące instalacje można scharakteryzować współczynnikami sprawności przedstawionymi w tabeli poniżej:

✓ wartości uśrednione dla całego budynku

| L.p. | Opis  | Wartości współczynników sprawności |       |
|------|---|------------------------------------|-------|
| 1    | Wytwarzanie ciepła  | $\eta_g$                           | 0,92  |
| 2    | Przesyłanie ciepła  | $\eta_d$                           | 0,86  |
| 3    | Regulacja i wykorzystanie   | $\eta_e$                           | 0,80  |
| 4    | Akumulacja ciepła   | $\eta_s$                           | 1,00  |
| 5    | Sprawność całkowita systemu $\eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_e \cdot \eta_s =$ | $\eta_{tot}$                       | 0,636 |
| 6    | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia                         | $w_t$                              | 0,90  |
| 7    | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby                               | $w_d$                              | 0,97  |

✓ wartości dla części szkolnej

| L.p. | Opis  | Wartości współczynników sprawności |      |
|------|---|------------------------------------|------|
| 1    | Wytwarzanie ciepła  | $\eta_g$                           | 0,92 |
| 2    | Przesyłanie ciepła  | $\eta_d$                           | 0,80 |
| 3    | Regulacja i wykorzystanie   | $\eta_e$                           | 0,77 |
| 4    | Akumulacja ciepła   | $\eta_s$                           | 1,00 |
| 5    | Sprawność całkowita systemu $\eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_e \cdot \eta_s =$ | $\eta_{tot}$                       | 0,57 |
| 6    | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia                         | $w_t$                              | 0,85 |
| 7    | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby                               | $w_d$                              | 0,95 |

✓ wartości dla części mieszkalnej

| L.p. | Opis  | Wartości współczynników sprawności |      |
|------|---|------------------------------------|------|
| 1    | Wytwarzanie ciepła  | $\eta_g$                           | 0,91 |
| 2    | Przesyłanie ciepła  | $\eta_d$                           | 1,00 |
| 3    | Regulacja i wykorzystanie   | $\eta_e$                           | 0,88 |
| 4    | Akumulacja ciepła   | $\eta_s$                           | 1,00 |
| 5    | Sprawność całkowita systemu $\eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_e \cdot \eta_s =$ | $\eta_{tot}$                       | 0,80 |
| 6    | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia                         | $w_t$                              | 1,00 |
| 7    | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby                               | $w_d$                              | 1,00 |

Opis przyjętych rozwiązań i składowych współczynników sprawności:

|  | Część szkolna  | Część mieszkalna  |
|--|--|---|
| sprawność wytwarzania ciepła $\eta_g$        | Kocioł gazowy kondensacyjny, moc 50 - 120 kW           | Kotły gazowe kondensacyjne, moc do 50 kW                |
| sprawność przesyłu $\eta_d$                  | Poziomy i pionowy bez izolacji                         | Ogrzewanie mieszkaniowe                                 |
| sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_e$ | Ogrzewanie wodne, regulacja centralna, brak miejscowej | Ogrzewanie wodne, regulacja centralna i miejscowa, P-2K |
| sprawność akumulacji $\eta_{ws}$             | Brak zbiornika buforowego                              | Bez zmian   |

Poniżej przedstawiono obliczenie **wartości uśrednionych dla całego budynku.**

| Opis    | Pow. m2 | Udział, % | $\eta_g$ | $\eta_d$ | $\eta_e$ | $\eta_s$ | $W_t$ | $W_d$ | $\eta_{tot}$ |
|---------|---------|-----------|----------|----------|----------|----------|-------|-------|--------------|
| Szkoła  | 1052,5  | 68,7      | 0,92     | 0,80     | 0,77     | 1,00     | 0,85  | 0,95  | <b>0,567</b> |
| Lokale  | 480     | 31,3      | 0,91     | 1,00     | 0,88     | 1,00     | 1,00  | 1,00  | <b>0,801</b> |
| Średnio | 1532,5  | 100,0     | 0,917    | 0,863    | 0,804    | 1,000    | 0,897 | 0,966 | <b>0,636</b> |

#### 4.7 Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

W szkole występują elektryczne przepływowe podgrzewacze ciepłej wody użytkowej, w lokalach mieszkalnych ciepła woda podgrzewana jest w mieszkaniowych kotłach gazowych.

Istniejące instalacje można scharakteryzować współczynnikami sprawności przedstawionymi w tabeli poniżej:

✓ **wartości dla części szkolnej**

| L.p. | Opis  | Wartości współczynników sprawności |       |
|------|---|------------------------------------|-------|
| 1    | Wytwarzanie ciepła  | $\eta_{gw}$                        | 0,99  |
| 2    | Przesyłanie ciepła  | $\eta_{dw}$                        | 0,80  |
| 3    | Akumulacja ciepła   | $\eta_{sw}$                        | 1,00  |
| 4    | Wykorzystanie   | $\eta_{ew}$                        | 1,00  |
| 5    | Sprawność całkowita systemu $\eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_e \cdot \eta_s =$ | $\eta_{totw}$                      | 0,792 |

✓ **wartości dla części mieszkalnej**

| L.p. | Opis  | Wartości współczynników sprawności |       |
|------|---|------------------------------------|-------|
| 1    | Wytwarzanie ciepła  | $\eta_{gw}$                        | 0,85  |
| 2    | Przesyłanie ciepła  | $\eta_{dw}$                        | 0,80  |
| 3    | Akumulacja ciepła   | $\eta_{sw}$                        | 1,00  |
| 4    | Wykorzystanie   | $\eta_{ew}$                        | 1,00  |
| 5    | Sprawność całkowita systemu $\eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_e \cdot \eta_s =$ | $\eta_{totw}$                      | 0,680 |

Opis przyjętych rozwiązań i składowych współczynników sprawności:

|  | Część szkolna  | Część mieszkalna  |
|--|--|---|
| sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{gw}$ | elektryczne podgrzewacze przepływowe                   | Kotły kondensacyjne o mocy do 50 kW                     |
| sprawność przesyłu $\eta_{dw}$           | miejscowe przygotowanie ciepłej wody dla grupy punktów | miejscowe przygotowanie ciepłej wody dla jednego lokalu |
| sprawność akumulacji $\eta_{sw}$         | brak zasobnika   | brak zasobnika  |

#### 4.8 Charakterystyka kotłowni

Źródłem ciepła na cele c.o. w części szkolnej budynku jest jednofunkcyjna kotłownia gazowa usytuowana w przyziemiu, z dwoma kotłami gazowymi kondensacyjnymi (rok produkcji 2014) pracującymi w kaskadzie. Źródłem ciepła na cele c.o. i c.w.u. w lokalach mieszkalnych są indywidualne kotły gazowe.

#### 4.9 Charakterystyka systemu wentylacji

Wentylacja pomieszczeń realizowana jest grawitacyjnie poprzez kanały i kratki wywiewne. Nawiew realizowany jest poprzez infiltrację – nieszczelności w stolarnie okiennej i drzwiowej.

#### 4.10 Charakterystyka instalacji gazowej oraz instalacji przewodów kominowych

Nie dotyczy.

#### 4.11 Charakterystyka instalacji elektrycznej

Nie dotyczy.

### 5 OCENA AKTUALNEGO STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU W ZAKRESIE ISTOTNYM DLA WSKAZANIA WŁAŚCIWYCH ULEPSZEŃ I PRZEDSIĘWZIĘĆ TERMOMODERNIZACYJNYCH

#### 5.1 Przegrody zewnętrzne

Poniżej podano charakterystykę cieplną przegród zewnętrznych i wartości wymagane.

| Przegroda                      | Wartości obliczone         | Wartości wymagane <sup>1)</sup> |
|--------------------------------|----------------------------|---------------------------------|
|                                | $U_0$ [W/m <sup>2</sup> K] | $U_{max}$ [W/m <sup>2</sup> K]  |
| Ściana zewnętrzna              | 1,064                      | 0,20                            |
| Ściana zewnętrzna, deskowanie  | 1,147                      | 0,20                            |
| Ściana zewnętrzna, przyziemie  | 1,194                      | 0,20                            |
| Podłoga na gruncie, parter     | 0,421                      | 0,30                            |
| Podłoga na gruncie, przyziemie | 0,434                      | 0,30                            |
| Strop pod strychem             | 0,908                      | 0,15                            |

1) – wartości wymagane wg wytycznych Inwestora dla Warunków Technicznych obowiązujących od 2021 r.

Przegrody zewnętrzne charakteryzują się niewystarczającą izolacyjnością cieplną. W audycie zostanie rozpatrzone ocieplenie ścian zewnętrznych oraz stropu pod nieogrzewanym strychem. W audycie nie rozpatruje się ocieplenia podłogi na gruncie (praca nieuzasadniona technicznie i ekonomicznie).

## 5.2 Okna i drzwi

Poniżej podano charakterystykę cieplną okien i drzwi zewnętrznych oraz wartości wymagane.

| Przegroda                             | Wartości przyjęte          | Wartości wymagane                   |
|---------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------|
|                                       | $U_0$ [W/m <sup>2</sup> K] | $U_{max}^{1)}$ [W/m <sup>2</sup> K] |
| Drzwi zewnętrzne w ramie AL           | 2,0                        | 1,3                                 |
| Drzwi zewnętrzne, drewniane           | 3,5                        | 1,3                                 |
| Drzwi zewnętrzne, do części lokalowej | 2,0                        | 1,3                                 |
| Drzwi zewnętrzne, stalowe             | 5,1                        | 1,3                                 |
| Okna w ramach PCV                     | 1,3                        | 0,9                                 |

1) – wartości wymagane wg wytycznych Inwestora dla Warunków Technicznych obowiązujących od 2021 r.

W budynku znajdują się okna zespolone w ramach PCV (wymienione w 2006 r.). Drzwi zewnętrzne są w ramie AL (główne i od boiska), drewniane pełne (nowe – na szczycie i starego typu 2 szt. na elewacji północnej) oraz stalowe pełne (na poziomie przyziemia).

W audycie zostanie rozpatrzona wymiana drzwi zewnętrznych drewnianych starego typu oraz stalowych pełnych.

## 5.3 Wentylacja

Wentylacja pomieszczeń realizowana jest grawitacyjnie poprzez kanały i kratki wywiewne. Nawiew realizowany jest poprzez infiltrację – nieszczelności w stolarnie okiennej i drzwiowej. W audycie nie proponuje się prac termo modernizacyjnych związanych z wentylacją.

## 5.4 Źródło ciepła

Źródłem ciepła na cele c.o. w części szkolnej budynku jest jednofunkcyjna kotłownia gazowa usytuowana w przyziemiu, z dwoma kotłami gazowymi kondensacyjnymi (rok produkcji 2014) pracującymi w kaskadzie. Źródłem ciepła na cele c.o. i c.w.u. w lokalach mieszkalnych są indywidualne kotły gazowe. W audycie nie proponuje się prac modernizacyjnych.

## 5.5 System przygotowania ciepłej wody użytkowej

W szkole występują elektryczne przepływowe podgrzewacze ciepłej wody użytkowej, w lokalach mieszkalnych ciepła woda podgrzewana jest w indywidualnych kotłach gazowych. W audycie nie proponuje się prac modernizacyjnych.

## 5.6 Instalacja centralnego ogrzewania

Istniejąca instalacja c.o. w części szkolnej budynku jest w złym stanie technicznym: miejscowo występuje korozja i przecieki. Brak możliwości regulacji dostawy ciepła do pomieszczeń: przy grzejnikach występują zawory starego typu lub brak zaworów.

W audycie proponuje się wymianę instalacji c.o. w części szkolnej budynku obejmującą:

- demontaż istniejącej instalacji,
- montaż nowych grzejników,
- montaż nowych przewodów,
- zaizolowanie poziomów,
- montaż nowych zaworów termostatycznych,
- montaż zaworów równoważących pod pionami,
- montaż nowych automatycznych odpowietrzników na końcach pionów,
- montaż pomp z elektroniczną regulacją obrotów,
- regulację hydrauliczną instalacji c.o.
- wykonanie prac poinstalacyjnych.

Istniejąca instalacja c.o. w części mieszkalnej budynku jest w dostatecznym stanie technicznym. Nie rozpatruje się wymiany instalacji mieszkaniowych.

## 5.7 Usprawnienia związane z OZE

W celu zastosowania OZE proponuje się montaż instalacji fotowoltaicznej zapewniającej produkcję energii elektrycznej na potrzeby własne.

## 6 ZESTAWIENIE WSKAZANYCH RODZAJÓW ULEPSZEŃ WYBRANYCH NA PODSTAWIE OCENY STANU TECHNICZNEGO

### 6.1 Zestawienie wskazanych rodzajów ulepszeń ujętych w Ustawie termomodernizacyjnej

| Lp. | Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć                                 | Sposób realizacji   |
|-----|---|---|
| 1   | Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez ściany zewnętrzne | Ocieplenie ścian – metoda bezspoinowa (styropian lub wełna mineralna)   |
| 2   | j.w. przez strop pod strychem                                       | Ocieplenie stropu – położenie na istniejącym stropie izolacji termicznej (wełny mineralnej) z wykonaniem ciągów komunikacyjnych np. z płyt OSB. |
| 3   | j.w. przez drzwi zewnętrzne starego typu                            | Wymiana drzwi zewnętrznych na nowe o niskim całkowitym współczynniku przenikania ciepła U.  |
| 4   | Podwyższenie sprawności systemu grzewczego                          | Wymiana instalacji c.o.   |



## 6.2 Zestawienie wskazanych rodzajów ulepszeń nie ujętych w Ustawie termomodernizacyjnej

| Lp. | Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć               | Sposób realizacji                  |
|-----|---|------------------------------------|
| 1   | Zmniejszenie kosztów zużycia energii elektrycznej | Montaż instalacji fotowoltaicznej. |

## 7 OKREŚLENIE OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się (wg kroków opisanych w *Rozporządzeniu dotyczącym audytów*):

- Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne,
- Oceny opłacalności usprawnień poprawiających sprawność systemu grzewczego.
- Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde uprawnienie z uwzględnieniem przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego.
- Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
- Oceny wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań ustawowych
- Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

Dodatkowo w niniejszym rozdziale dokonuje się oceny opłacalności prac ograniczających zużycie oraz koszt zużycia energii elektrycznej.

### 7.1 Dane do obliczeń

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

| Symbol                  | Jednostka           | Wartości |
|-------------------------|---------------------|----------|
| $t_{w0\ 20}$            | $^{\circ}\text{C}$  | 20       |
| $t_{w0\ 16}$            | $^{\circ}\text{C}$  | 16       |
| $t_{z0}$                | $^{\circ}\text{C}$  | -20      |
| $t_{z0\ \text{strych}}$ | $^{\circ}\text{C}$  | -12,6    |
| $S_{d\ 20}$             | dzień* $\text{K/a}$ | 3 686    |
| $S_{d\ 16}$             | dzień* $\text{K/a}$ | 2 798    |
| $S_{d\ \text{strych}}$  | dzień* $\text{K/a}$ | 3 023    |
| Centralne ogrzewanie    |                     |          |
| $O_{z0}$                | $\text{zł/GJ}$      | 50,27    |
| $O_{m0}$                | $\text{zł/MW/m-c}$  | 4 592,49 |
| $Ab_0$                  | $\text{zł/m-c}$     | 298,49   |
| Ciepła woda użytkowa    |                     |          |

| Symbol              | Jednostka | Wartości |
|---------------------|-----------|----------|
| O <sub>z0</sub>     | zł/GJ     | 122,82   |
| O <sub>m0</sub>     | zł/MW/m-c | 0,00     |
| Ab <sub>0</sub>     | zł/m-c    | 0,00     |
| Energia elektryczna |           |          |
| O <sub>z0</sub>     | zł/kWh    | 0,5578   |

- 1) Temperaturę +20°C przyjęto w pomieszczeniach dydaktycznych, socjalnych, administracyjnych, w sanitariatach oraz w lokalach mieszkalnych.
- 2) Temperaturę +16°C przyjęto na klatkach schodowych, w korytarzach, szatniach, pomieszczeniach gospodarczych.

Ceny wg PGNiG Obrót Detaliczny Sp. z o.o. i PGE Obrót S.A. z VAT, z dnia sporządzenia audytu. Wyliczenie opłat w załączniku nr 9.1.

Z uwagi na brak możliwości zgrupowania pomieszczeń o jednakowych temperaturach w wyodrębnione części (różne usytuowanie pomieszczeń o różnych temperaturach), budynek potraktowano jako dwie strefę o średniej temperaturze wewnętrznej oraz średniej ilości stopniodni. Obliczenia przedstawiono w poniższej tabeli.

– **Część szkolna budynku**

| Opis                   | Jednostki      | Strefa 20°C  | Strefa 16°C |
|------------------------|----------------|--------------|-------------|
| t <sub>w</sub>         | °C             | 20           | 16          |
| S <sub>d</sub>         | dzień·K/a      | 3 686        | 2 798       |
| Powierzchnia strefy    | m <sup>2</sup> | 726          | 326         |
| Udział procentowy      | %              | 69,0         | 31,0        |
| t <sub>w</sub> średnie | °C             | <b>18,8</b>  |             |
| S <sub>d</sub> średnie | dzień·K/a      | <b>3 411</b> |             |

– **Część mieszkalna budynku**

| Opis           | Jednostki | Strefa 20°C |
|----------------|-----------|-------------|
| t <sub>w</sub> | °C        | 20          |
| S <sub>d</sub> | dzień·K/a | 3 686       |

## 7.2 Usprawnienie dotyczące ścian zewnętrznych

Rozpatruje się ocieplenie ścian zewnętrznych warstwą izolacji (styropianu lub wełny mineralnej) metodą bezspoinową o grubościach 9, 12, 15 i 18 cm. Przed przystąpieniem do prac ociepleniowych należy zdemontować istniejące deskowanie ze ścian II piętra oraz zadaszenie nad uskokiem I piętra. Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny wg kalkulacji uproszczonej.

| Powierzchnia do obliczeń: $P_0 = 921,6 \text{ m}^2$ (wartość netto – po odjęciu powierzchni okien i drzwi, bez uwzględnienia glifów) |   |  |                       |         |         |         |
|--|---|--|-----------------------|---------|---------|---------|
| Powierzchnia do ocieplenia: $P_1 = 998,0 \text{ m}^2$ (wraz z powierzchnią ścian kolankowych)  |   |  |                       |         |         |         |
| Dod. izolacja: $\lambda = 0,036 \text{ W} / \text{m} \cdot \text{K}$ (materiał izolacyjny: styropian lub wełna mineralna)            |   |  |                       |         |         |         |
| Lp.  | Omówienie   | Stan istniejący                        | Warianty              |         |         |         |
|  |   |  | 1                     | 2       | 3       | 4       |
| 1  | Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g | m                                      | 0,09                  | 0,12    | 0,15    | 0,18    |
| 2  | Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$            | $(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$ | 2,50                  | 3,33    | 4,17    | 5,00    |
| 3  | Opór cieplny R                                    | $(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$ | 0,920                 | 3,420   | 4,253   | 5,087   |
| 4  | $U_0, U_1$  | $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$   | 1,087                 | 0,292   | 0,235   | 0,197   |
| 5  | $Q_{0U}, Q_{1U}$                                  | GJ/a                                   | 295,2                 | 79,4    | 63,9    | 53,4    |
| 6  | $q_{0U}, q_{1U}$                                  | MW                                     | 0,039                 | 0,010   | 0,008   | 0,007   |
| 7  | Roczna oszczędność kosztów $\Delta \text{Oru}$    | zł/a                                   | 12 414                | 13 308  | 13 910  | 14 343  |
| 8  | Cena jednostkowa usprawnienia                     | zł/m <sup>2</sup>                      | 164,00                | 172,00  | 180,00  | 188,00  |
| 9  | Koszt realizacji usprawnienia NU                  | zł                                     | 163 672               | 171 656 | 179 640 | 187 624 |
| 10   | $\text{SPBT} = \text{NU}/\Delta \text{Oru}$       | lata                                   | 13,18                 | 12,90   | 12,91   | 13,08   |
| <b>Wybrany wariant: 3</b>  |   | <b>Koszt: 179 640 zł</b>               | <b>SPBT= 12,9 lat</b> |         |         |         |

Średnią wartość współczynnika  $U_0$  wyznaczono w poniższej tabeli.

| Oznaczenie | Opis                          | $U_0$                                | Powierzchnia | $U_{0sr}$                            |
|------------|-------------------------------|--------------------------------------|--------------|--------------------------------------|
| -          | -                             | $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ | $\text{m}^2$ | $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ |
| SZ-1       | Ściana zewnętrzna             | 1,064                                | 713,7        | <b>1,087</b>                         |
| SZ-2       | Ściana zewnętrzna, deskowanie | 1,147                                | 122,2        |                                      |
| SZ-3       | Ściana zewnętrzna, przyziemie | 1,194                                | 85,7         |                                      |
|            | <b>Suma</b>                   |                                      | <b>921,6</b> |                                      |

Rozwiązaniem spełniającym jednocześnie warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia wg „Rozporządzenia dotyczącego audytu termomodernizacyjnego” na minimalny czas zwrotu ( $\text{SPBT}_{\min}$ ) oraz warunek wg Warunków Technicznych (obowiązujących od 2021 r.) na maksymalny współczynnik przenikania ciepła  $U_{\max} = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  jest wariant nr 3 polegający na ociepleniu ścian zewnętrznych warstwą izolacji (styropianu lub wełny mineralnej) o grubości 15 cm. Przed przystąpieniem do prac ociepleniowych należy zdemontować istniejące deskowanie ze ścian II piętra oraz zadaszenie nad uskokiem I piętra, po wykonaniu ocieplenia odtworzyć zadaszenie nad uskokiem I piętra.

### 7.3 Usprawnienie dotyczące stropu pod nieogrzewanym strychem

Rozpatruje się ocieplenie stropu pod nieogrzewanym strychem poprzez położenie na istniejącej konstrukcji warstwy izolacji termicznej (wełny mineralnej) o grubościach 16, 18, 20 i 22 cm z wykonaniem ciągów komunikacyjnych np. z płyt OSB. Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych. Ceny z podatkiem VAT, wg kalkulacji uproszczonej.

| Powierzchnia do obliczeń: $P_0 = 598,5 \text{ m}^2$   |   |  |                 |                      |        |        |        |
|---|---|--|-----------------|----------------------|--------|--------|--------|
| Powierzchnia do ocieplenia: $P_1 = 569,0 \text{ m}^2$   |   |  |                 |                      |        |        |        |
| Dod. izolacja: $\lambda = 0,036 \text{ W} / \text{m} \cdot \text{K}$ (materiał izolacyjny: wełna mineralna) |   |  |                 |                      |        |        |        |
| Lp.   | Opis  | Jednostka                                | Stan istniejący | Warianty             |        |        |        |
|   |   |  |                 | 1                    | 2      | 3      | 4      |
| 1   | Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g | m  |                 | 0,16                 | 0,18   | 0,20   | 0,22   |
| 2   | Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$            | $(\text{m}^2 \cdot \text{K}) / \text{W}$ |                 | 4,44                 | 5,00   | 5,56   | 6,11   |
| 3   | Opór cieplny R                                    | $(\text{m}^2 \cdot \text{K}) / \text{W}$ | 1,101           | 5,545                | 6,101  | 6,657  | 7,212  |
| 4   | $U_0, U_1$  | $\text{W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$   | 0,908           | 0,18                 | 0,164  | 0,150  | 0,139  |
| 5   | $Q_{0U}, Q_{1U}$                                  | GJ/a                                     | 141,9           | 28,2                 | 25,6   | 23,5   | 21,7   |
| 6   | $q_{0U}, q_{1U}$                                  | MW                                       | 0,0177          | 0,0035               | 0,0032 | 0,0029 | 0,0027 |
| 7   | Roczna oszczędność kosztów $\Delta \text{Oru}$    | zł/a                                     |                 | 6 500                | 6 647  | 6 769  | 6 872  |
| 8   | Cena jednostkowa usprawnienia                     | zł/m <sup>2</sup>                        |                 | 70,00                | 80,00  | 90,00  | 100,00 |
| 9   | Koszt realizacji usprawnienia NU                  | zł                                       |                 | 39 830               | 45 520 | 51 210 | 56 900 |
| 10  | $\text{SPBT} = \text{NU} / \Delta \text{Oru}$     | lata                                     |                 | 6,13                 | 6,85   | 7,57   | 8,28   |
| <b>Wybrany wariant: 3</b>   |   | <b>Koszt: 51 210 zł</b>                  |                 | <b>SPBT= 7,6 lat</b> |        |        |        |

Rozwiązaniem spełniającym jednocześnie warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia wg „Rozporządzenia dotyczącego audytu termomodernizacyjnego” na minimalny czas zwrotu ( $\text{SPBT}_{\text{min}}$ ) oraz warunek wg Warunków Technicznych (obowiązujących od 2021 r.) na maksymalny współczynnik przenikania ciepła  $U_{\text{max}} = 0,15 \text{ W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$  jest wariant nr 3 polegający na ociepleniu stropu pod nieogrzewanym strychem poprzez położenie na istniejącej konstrukcji warstwy izolacji termicznej (wełny mineralnej) o grubości 20 cm z wykonaniem ciągów komunikacyjnych np. z płyt OSB.

#### 7.4 Usprawnienie dotyczące drzwi zewnętrznych starego typu

Rozpatruje się wymianę drzwi zewnętrznych starego typu na nowe o współczynnikach przenikania ciepła  $U$  równych 1,5; 1,3 oraz 1,1  $W/m^2K$ . Cena No zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny wg kalkulacji uproszczonej.

| Powierzchnia do wymiany : $P = 8,4 m^2$ |                                  |                         |            |                       |         |         |
|---|----------------------------------|-------------------------|------------|-----------------------|---------|---------|
| Lp.                                     | Opis                             | Jedn.                   | Stan istn. | Warianty              |         |         |
|   |                                  |                         |            | 1                     | 2       | 3       |
| 1                                       | Współczynnik przenikania $U$     | $W/m^2K$                | 4,298      | 1,5                   | 1,3     | 1,1     |
| 2                                       | Współczynnik $C_r$               |                         | 1,0        | 1,0                   | 1,0     | 1,0     |
| 3                                       | Współczynnik $C_m$               | -                       | 1,0        | 1,0                   | 1,0     | 1,0     |
| 4                                       | $Q_0, Q_1$                       | $GJ/a$                  | 25,68      | 18,75                 | 18,26   | 17,76   |
| 5                                       | $q_0, q_1$                       | $MW$                    | 0,00338    | 0,00247               | 0,00240 | 0,00234 |
| 6                                       | $\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$ | $zł/rok$                |            | 399                   | 427     | 456     |
| 7                                       | Jednostkowy koszt wymiany drzwi  | $zł/m^2$                |            | 2 000                 | 2 200   | 2 400   |
| 8                                       | Koszt wymiany $N_{DZ}$           | $zł$                    |            | 16 800                | 18 480  | 20 160  |
| 9                                       | SPBT                             | lata                    |            | 42,15                 | 43,30   | 44,26   |
| <b>Wybrany wariant: 2</b>               |                                  | <b>Koszt: 18 480 zł</b> |            | <b>SPBT= 43,3 lat</b> |         |         |

Średnią wartość współczynnika  $U_0$  wyznaczono w poniższej tabeli.

| Oznaczenie | Opis                        | $U_0$       | Powierzchnia | $U_{0sr}$ |
|------------|-----------------------------|-------------|--------------|-----------|
| -          | -                           | $W/m^2K$    | $m^2$        | $W/m^2K$  |
| DZD        | Drzwi zewnętrzne, drewniane | 3,5         | 4,2          | 4,298     |
| DZS        | Drzwi zewnętrzne, stalowe   | 5,1         | 4,2          |           |
|            |                             | <b>Suma</b> | <b>8,4</b>   |           |

Rozwiązaniem spełniającym warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia wg „Rozporządzenia dotyczącego audytu termomodernizacyjnego” na minimalny czas zwrotu ( $SPBT_{min}$ ) i wg Warunków Technicznych (obowiązujących od 2021 r.) na maksymalny współczynnik przenikania ciepła  $U = 1,3 W/(m^2K)$  jest wariant nr 2 polegający na wymianie drzwi zewnętrznych starego typu na nowe o współczynniku przenikania ciepła  $U = 1,3 W/m^2K$ .

#### 7.5 Usprawnienie dotyczące systemu grzewczego

Rozpatruje się możliwość przeprowadzenia prac wyszczególnionych w punkcie 5.6 opracowania, dotyczące wymiany instalacji c.o. w części szkolnej budynku. Nie rozpatruje się wymiany instalacji mieszkaniowych. Szacunkowy koszt inwestycyjny kalkulacji uproszczonej (materiały, prace remontowe z podatkiem VAT ) wynosi:

**120 000 zł**

W podanej kwocie uwzględniono:

- demontaż istniejącej instalacji,
- montaż nowych grzejników (ok. 65 szt.),
- montaż nowych przewodów,
- zaizolowanie poziomów,
- montaż nowych zaworów termostatycznych,
- montaż zaworów równoważących pod pionami lub na gałęziach,
- montaż nowych automatycznych odpowietrzników na końcach pionów,
- montaż pomp z elektroniczną regulacją obrotów,
- regulację hydrauliczną instalacji c.o.
- wykonanie prac poinstalacyjnych,

W tabeli poniżej zestawiono zmiany współczynników sprawności związane z wprowadzeniem proponowanych usprawnień.

✓ wartości uśrednione dla całego budynku

| L.p. | Rodzaj usprawnienia<br>$\eta_{tot} = \eta_g * \eta_d * \eta_e * \eta_s$ | Zmiana wartości współczynników sprawności |       |       |
|------|---|---|-------|-------|
|      |   |   | przed | po    |
| 1    | Wytwarzanie ciepła  | $\eta_g$                                  | 0,92  | 0,92  |
| 2    | Przesyłanie ciepła  | $\eta_d$                                  | 0,86  | 0,93  |
| 3    | Regulacja i wykorzystanie   | $\eta_e$                                  | 0,80  | 0,88  |
| 4    | Akumulacja ciepła   | $\eta_s$                                  | 1,00  | 1,00  |
| 5    | Sprawność całkowita systemu $\eta_g * \eta_d * \eta_e * \eta_s =$       | $\eta_{tot}$                              | 0,636 | 0,751 |
| 6    | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia                   | $w_t$                                     | 0,90  | 0,90  |
| 7    | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby                         | $w_d$                                     | 0,97  | 0,97  |

✓ wartości dla części szkolnej

|   | Rodzaj usprawnienia<br>$\eta_{tot} = \eta_g * \eta_d * \eta_e * \eta_s$ | Zmiana wartości współczynników sprawności |       |      |
|---|---|---|-------|------|
|   |   |   | przed | po   |
| 1 | Wytwarzanie ciepła  | $\eta_g$                                  | 0,92  | 0,92 |
| 2 | Przesyłanie ciepła  | $\eta_d$                                  | 0,80  | 0,90 |
| 3 | Regulacja i wykorzystanie   | $\eta_e$                                  | 0,77  | 0,88 |
| 4 | Akumulacja ciepła   | $\eta_s$                                  | 1,00  | 1,00 |
| 5 | Sprawność całkowita systemu $\eta_g * \eta_d * \eta_e * \eta_s =$       | $\eta_{tot}$                              | 0,57  | 0,73 |
| 6 | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia                   | $w_t$                                     | 0,85  | 0,85 |
| 7 | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby                         | $w_d$                                     | 0,95  | 0,95 |

✓ wartości dla części mieszkalnej – przed i po bez zmian (bez modernizacji)

| L.p. | Opis  | Wartości współczynników sprawności |      |
|------|---|------------------------------------|------|
|      |   |                                    |      |
| 1    | Wytwarzanie ciepła  | $\eta_g$                           | 0,91 |
| 2    | Przesyłanie ciepła  | $\eta_d$                           | 1,00 |
| 3    | Regulacja i wykorzystanie   | $\eta_e$                           | 0,88 |
| 4    | Akumulacja ciepła   | $\eta_s$                           | 1,00 |
| 5    | Sprawność całkowita systemu $\eta_g * \eta_d * \eta_e * \eta_s =$ | $\eta_{tot}$                       | 0,80 |
| 6    | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia             | $w_t$                              | 1,00 |
| 7    | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby                   | $w_d$                              | 1,00 |

Opis przyjętych rozwiązań i składowych współczynników sprawności przed modernizacją podano w pkt. 4.6.

Opis przyjętych rozwiązań i składowych współczynników sprawności po modernizacji dla części szkolnej budynku:

|  | Część szkolna (po modernizacji)                          |
|--|--|
| sprawność wytwarzania ciepła $\eta_g$        | Kocioł gazowy kondensacyjny, moc 50 - 120 kW - bez zmian |
| sprawność przesyłu $\eta_d$                  | Poziomy zaizolowane, piony bez izolacji                  |
| sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_e$ | Ogrzewanie wodne, regulacja centralna i miejscowa, P-2K  |
| sprawność akumulacji $\eta_{ws}$             | Brak zbiornika buforowego - bez zmian                    |

Poniżej przedstawiono obliczenie wartości uśrednionych dla całego budynku po modernizacji.

| Opis    | Pow. m2 | Udział, % | $\eta_g$ | $\eta_d$ | $\eta_e$ | $\eta_s$ | $w_t$ | $w_d$ | $\eta_{tot}$ |
|---------|---------|-----------|----------|----------|----------|----------|-------|-------|--------------|
| Szkoła  | 1052,5  | 68,7      | 0,92     | 0,90     | 0,88     | 1,00     | 0,85  | 0,95  | <b>0,729</b> |
| Lokale  | 480     | 31,3      | 0,91     | 1,00     | 0,88     | 1,00     | 1,00  | 1,00  | <b>0,801</b> |
| Średnio | 1532,5  | 100,0     | 0,917    | 0,931    | 0,880    | 1,000    | 0,897 | 0,966 | <b>0,751</b> |

Efekt finansowy dla tego przedsięwzięcia określono w następujący sposób:

|   |               | Stan istniejący  | Stan po modernizacji systemu grzewczego |
|---|---------------|------------------|---|
| Rodzaj systemu zasilania                                    |               | Kotłownia gazowa | Kotłownia gazowa                        |
| Moc obliczeniowa na CO                                      | MW            | 0,1319           | 0,1319                                  |
| Zapotrzebowanie na ciepło na CO                             | GJ/rok        | 731              | 731                                     |
| Ogólna sprawność systemu                                    | -             | 0,636            | 0,751                                   |
| Obniżenie nocne   | -             | 0,97             | 0,97                                    |
| Obniżenie tygodniowe  | -             | 0,90             | 0,90                                    |
| Zapotrzebowanie na ciepło na CO po uwzględnieniu sprawności | GJ/rok        | 996              | 843                                     |
| Roczna opłata zmienna                                       | zł/rok        | 50 069           | 42 377                                  |
| Roczna opłata stała   | zł/rok        | 7 269            | 7 269                                   |
| Roczna opłata abonamentowa                                  | zł/rok        | 3 582            | 3 582                                   |
| <b>Łączny koszt CO</b>                                      | <b>zł/rok</b> | <b>60 920</b>    | <b>53 228</b>                           |



Całkowity efekt jest różnicą między stanem istniejącym, a docelowym i wynosi:

|                    |                  |
|--------------------|------------------|
| Efekt ekonomiczny  | 7 692 zł/rok     |
| Koszt modernizacji | 120 000 zł       |
| SPBT               | <b>15,60</b> lat |

#### 7.6 Zestawienie optymalnych przedsięwzięć termomodernizacyjnych w kolejności rosnącej wartości SPBT

| L.p. | Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego | Planowane koszty robót (ceny z VAT, zł) | SPBT lata |
|------|--|---|-----------|
| 1    | Wymiana instalacji c.o.*                           | 120 000                                 | 15,6      |
| 2    | Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym strychem       | 51 210                                  | 7,6       |
| 3    | Ocieplenie ścian zewnętrznych                      | 179 640                                 | 12,9      |
| 4    | Wymiana drzwi zewnętrznych starego typu            | 18 480                                  | 43,3      |

\* Usprawnienie związane z modernizacją systemu grzewczego jest rozpatrywane jako pierwsze niezależnie od wartości SPBT

#### 7.7 Określenie wariantów termomodernizacji budynku

Przyporządkowuje się każdemu z usprawnień numer zgodny z pozycją w powyższej tabeli tj. od (1) „Wymiana instalacji c.o.” do (4) – „Wymiana drzwi zewnętrznych starego typu”.

Określenie wariantów termomodernizacji budynku:

| Wariant | Usprawnienia |
|---------|--------------|
| I       | 1+2+3+4      |
| II      | 1+2+3        |
| III     | 1+2          |
| IV      | 1            |

#### 7.8 Zapotrzebowanie na moc i ciepło oraz określenie efektów finansowych dla każdego z wariantów dla budynku

| Wariant    | Moc CO <sup>1)</sup> | Moc CWU <sup>2)</sup> | Zapotrz CO <sup>3)</sup> | Zapotrz CO <sup>4)</sup> | Zapotrz CWU <sup>2)</sup> | Efekt  | Koszt CO | Koszt CWU | Koszt CO+CWU | Efekt  |
|------------|----------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|--------|----------|-----------|--------------|--------|
|            | MW                   | MW                    | GJ/rok                   | GJ/rok                   | GJ/rok                    | GJ/rok | zł/rok   | zł/rok    | zł/rok       | zł/rok |
| I          | 0,0843               | 0,0437                | 354                      | 408                      | 110                       | 588    | 28 738   | 13 510    | 42 248       | 32 182 |
| II         | 0,0853               | 0,0437                | 362                      | 418                      | 110                       | 578    | 29 296   | 13 510    | 42 806       | 31 624 |
| III        | 0,1170               | 0,0437                | 616                      | 710                      | 110                       | 286    | 45 721   | 13 510    | 59 231       | 15 199 |
| IV         | 0,1319               | 0,0437                | 731                      | 843                      | 110                       | 153    | 53 228   | 13 510    | 66 738       | 7 692  |
| Stan istn. | 0,1319               | 0,0437                | 731                      | 996                      | 110                       |        | 60 920   | 13 510    | 74 430       |        |

- 1) wynik z programu AUDYTOR OZC 6.6Pro
- 2) – moc i zużycie na cele CWU wyliczono w załączniku nr 9.2
- 3) - zapotrzebowanie ciepła netto obliczone metodą PN-EN ISO 13790, wynik z programu AUDYTOR OZC 6.6Pro.
- 4) - zapotrzebowanie z uwzględnieniem sprawności systemu CO.

Poniżej w tabeli przedstawiono sprawności systemu CO.

| Wariant         | $\eta_g$ | $\eta_d$ | $\eta_e$ | $\eta_s$ | $W_t$ | $W_d$ | $\eta_{tot}$ |
|-----------------|----------|----------|----------|----------|-------|-------|--------------|
| I -IV           | 0,917    | 0,931    | 0,880    | 1,000    | 0,897 | 0,966 | <b>0,751</b> |
| Stan istniejący | 0,917    | 0,863    | 0,804    | 1,000    | 0,897 | 0,966 | <b>0,636</b> |

$$\eta_{tot} = \eta_g * \eta_d * \eta_e * \eta_s$$

### 7.9 Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

| L,p,     | Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego   | Planowane koszty całkowite | Roczne oszczędności kosztów energii | Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię | Wkład własny |        | Optymalna kwota kredytu |         | Premia termomodernizacyjna |                         |                     | Premia dla danego wariantu |
|----------|---|----------------------------|-------------------------------------|---|--------------|--------|-------------------------|---------|----------------------------|-------------------------|---------------------|----------------------------|
|          |   |                            |                                     |   |              |        |                         |         | 20% kredytu                | 16% całkowitych kosztów | 2 lata oszczędności |                            |
|          | -   | zł                         | zł                                  | %   | %            | zł     | %                       | zł      | zł                         | zł                      | zł                  | zł                         |
| <b>1</b> | <b>2</b>  | <b>3</b>                   | <b>4</b>                            | <b>5</b>  | <b>6</b>     |        | <b>7</b>                |         | <b>8</b>                   | <b>9</b>                | <b>10</b>           | <b>11</b>                  |
| I        | Wymiana instalacji c.o.<br>Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym strychem<br>Ocieplenie ścian zewnętrznych<br>Wymiana drzwi zewnętrznych starego typu | 369 330                    | 32 182                              | 53,2  | 20,0         | 73 866 | 80,0                    | 295 464 | 59 093                     | 59 093                  | 64 364              | 59 093                     |
| II       | Wymiana instalacji c.o.<br>Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym strychem<br>Ocieplenie ścian zewnętrznych  | 350 850                    | 31 624                              | 52,3  | 20,0         | 70 170 | 80,0                    | 280 680 | 56 136                     | 56 136                  | 63 248              | 56 136                     |
| III      | Wymiana instalacji c.o.<br>Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym strychem   | 171 210                    | 15 199                              | 25,9  | 20,0         | 34 242 | 80,0                    | 136 968 | 27 394                     | 27 394                  | 30 398              | 27 394                     |
| IV       | Wymiana instalacji c.o.   | 120 000                    | 7 692                               | 13,8  | 20,0         | 24 000 | 80,0                    | 96 000  | 19 200                     | 19 200                  | 15 384              | 15 384                     |

Wg analizy przedstawionej w powyższej tabeli **warianty I –IV** spełniają wymagania Ustawy.

### 7.10 Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego spełniającego wymagania Ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów.

Na podstawie dokonanej oceny, jako optymalne rozwiązanie, spełniające wymagania Ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów, przyjmuje się **wariant nr I**, obejmujący wymienione poniżej prace:

- wymiana instalacji c.o.
- ocieplenie stropu pod nieogrzewanym strychem
- ocieplenie ścian zewnętrznych
- wymiana drzwi zewnętrznych starego typu.

Przedsięwzięcie to spełnia warunek ustawy:

- oszczędność rocznego zapotrzebowania ciepła wyniesie :
  - w budynkach, w których modernizuje się jedynie system grzewczy - co najmniej o 10%,
  - w budynkach, w których przeprowadzono modernizację systemu grzewczego po 1984 r.
    - co najmniej o 15%,
    - w pozostałych budynkach - co najmniej o 25%,
- zadeklarowane środki własne inwestora oraz możliwy do zaciągnięcia kredyt nie został przekroczony.

### 7.11 Usprawnienie związane z oszczędnością energii elektrycznej

Audyt energetyczny wykonano w celu uzyskania dofinansowania z Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Mazowieckiego na lata 2014-2020. W ramach audytu, oprócz prac termomodernizacyjnych podlegających pod Ustawę termomodernizacyjną, wykonano analizę opłacalności montażu instalacji fotowoltaicznej.

W audycie proponuje się montaż instalacji fotowoltaicznej zapewniającej produkcję energii elektrycznej na potrzeby własne.

Dane:

|                             |      |                |
|-----------------------------|------|----------------|
| Moc jednego panelu PV       | 250  | Wp             |
| Powierzchnia jednego panelu | 1,65 | m <sup>2</sup> |
| Ilość paneli                | 8    | szt.           |
| Powierzchnia paneli         | 13,2 | m <sup>2</sup> |
| Moc instalacji              | 2,0  | kWp            |

|                                  |                  |   |
|----------------------------------|------------------|---|
| Rodzaj paneli – monokrystaliczne | monokrystaliczne | - |
| Skierowanie paneli               | południe         | - |
| Nachylenie paneli do poziomu     | 35               | ° |
| Lokalizacja instalacji           | Rudzienko        | - |
| Całkowite straty systemu         | 23,0             | % |

Obliczenia wykonano przy użyciu Fotowoltaicznego Geograficznego Systemu Informatycznego (PVGIS), projektu SOLAREC, Wspólnego Centrum Badań (Joint Research Center) Unii Europejskiej. Wydruk z programu zamieszczono w załączniku 9.4.

Wyniki:

|  |              |         |
|--|--------------|---------|
| Średnioroczna produkcja energii elektrycznej     | 1 910        | kWh     |
| Jednostkowa produkcja                            | 955          | kWh/kWp |
| Procentowe wykorzystanie na własne potrzeby      | 100          | %       |
| Cena jednostkowa energii elektrycznej (brutto) * | 0,5578       | zł/kWh  |
| Roczna oszczędność kosztów energii elektrycznej  | 1 065        | zł      |
| Koszt realizacji usprawnienia                    | 25 000       | zł      |
| <b>SPBT</b>                                      | <b>23,47</b> | lat     |

\* Ceny z dnia sporządzania audytu, zawierają VAT, dla grupy taryfowej C11.

## 8 OPIS TECHNICZNY OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO PRZEWIDZIANEGO DO REALIZACJI

### Ocieplenie ścian zewnętrznych

Ściany zewnętrzne proponuje się ocieplić styropianem lub wełną mineralną (o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,036 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ), o grubości 15 cm. Przed przystąpieniem do prac ociepleniowych należy zdemontować istniejące deskowanie ze ścian II piętra oraz zadaszenie nad uskokiem I piętra, po wykonaniu ocieplenia odtworzyć zadaszenie nad uskokiem I piętra. Dodatkowo, przed ociepleniem, należy sprawdzić stan wilgotnościowy ścian zewnętrznych. W przypadku stwierdzenia zawilgocenia należy dokonać osuszenia i likwidacji zagrzybienia.

### Ocieplenie stropu pod strychem

Proponuje się ocieplenie stropu pod strychem poprzez położenie na istniejącej konstrukcji stropów warstwy izolacji termicznej (wełny mineralnej o współczynniku przewodzenia ciepła nie większym niż  $\lambda = 0,036 \text{ W}/(\text{m K})$ ) o grubości 20 cm z wykonaniem ciągów komunikacyjnych z płyt OSB.

### Wymiana drzwi zewnętrznych starego typu

Proponuje się wymianę drzwi zewnętrznych starego typu na nowe, o współczynniku  $U = 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ .

### Wymiana instalacji c.o.

W audycie energetycznym wykazano opłacalność wymiany instalacji c.o.. W audycie uwzględniono następujące konieczne prace:

- demontaż istniejącej instalacji,
- montaż nowych grzejników (ok. 65 szt.),
- montaż nowych przewodów,
- zaizolowanie poziomów,
- montaż nowych zaworów termostatycznych,
- montaż zaworów równoważących pod pionami,
- montaż nowych automatycznych odpowietrzników na końcach pionów,
- montaż pomp z elektroniczną regulacją obrotów,
- regulację hydrauliczną instalacji c.o.
- wykonanie prac poinstalacyjnych.

### Montaż instalacji fotowoltaicznej

W audycie proponuje się zainstalowanie instalacji fotowoltaicznej zapewniającej produkcję energii elektrycznej na potrzeby własne o mocy 2 kWp, wpiętej do instalacji elektrycznej z zabezpieczeniem wyływowym do sieci.

### **Uproszczony przedmiar robót optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego**

| Lp. | Opis   | Obmiar         | Cena jedn.        | Koszt całkowity brutto |
|-----|--|----------------|-------------------|------------------------|
|     |  | m <sup>2</sup> | zł/m <sup>2</sup> | zł                     |
| 1   | Ocieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych styropianem o wsp. przewodzenia 0,036 W/(mK) i o gr. 15 cm   | 998,0          | 180,00            | 179 640                |
| 2   | Ocieplenie stropu pod strychem wełną mineralną o wsp. przewodzenia 0,036 W/(mK) i o gr. 20 cm, z wykonaniem ciągów komunikacyjnych np.. Z płyt OSB | 569,0          | 90,00             | 51 210                 |
| 3   | Wymiana drzwi zewnętrznych starego typu na nowe o wsp. $U = 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  | 8,4            | 2 200,00          | 18 480                 |
| 4   | Wymiana instalacji c.o.  | -              | -                 | 120 000                |
|     |  |                | <b>SUMA</b>       | <b>369 330</b>         |
| 5   | Instalacja fotowoltaiczna o mocy 2 kWp   | -              | -                 | 25 000                 |
|     |  |                | <b>SUMA</b>       | <b>394 330</b>         |

## 9 ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

### 9.1 Wyliczenie jednostkowych opłat za zużycie ciepła

### 9.2 Obliczenie sezonowego zużycia ciepła na cele CWU

### 9.3 Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

### 9.4 Obliczenie ilości wyprodukowanej energii elektrycznej przez instalację fotowoltaiczną

### 9.5 Określenie wskaźników energetycznych, ekologicznych i ekonomicznych

### 9.6 Obliczenie obciążenia cieplnego oraz sezonowego zapotrzebowania na energię - wydruki komputerowe z programu AUDYTOR OZC 6.6Pro.

- stan istniejący
- stan docelowy dla wariantu I

### 9.7 Rysunki

#### 9.1. Wyliczenie jednostkowych opłat za zużycie ciepła

##### Opłaty za zużycie ciepła wg PGNiG Obrót Detaliczny Sp. z o.o.

Założenia:

- taryfa W-5.1
- kotłownia gazowa zasilająca instalację c.o. w części szkolnej budynku
- wartość opałowa gazu typu E: 36,03 MJ/m<sup>3</sup>
- ciepło spalania gazu typu E: 40,32 MJ/m<sup>3</sup> (współczynnik konwersji 11,20)

| Opis   | Jednostka      | netto   | z VAT 23% |
|--|----------------|---------|-----------|
| Paliwo   | zł/kWh         | 0,11155 | 0,1372    |
| Przesył zmienny                                      | zł/kWh         | 0,01747 | 0,0215    |
| Przesył stały - odniesiony do ciepła spalania        | zł/(kWh/h)/h   | 0,00611 | 0,0075    |
| Przesył stały - odniesiony do wartości opałowej      | zł/(kWh/h)/h   | 0,0068  | 0,0084    |
| Opłata stała   | zł/(m-c*kWh/h) | 4,98    | 6,13      |
| Opłata zmienna, odniesiona do ciepła spalania        | zł/kWh         | 0,1290  | 0,1587    |
| Opłata zmienna, odniesiona do ciepła spalania        | zł/GJ          | 35,84   | 44,08     |
| Opłata zmienna, odniesiona do wartości opałowej gazu | zł/kWh         | 0,1444  | 0,1776    |

| Opis   | Jednostka   | netto    | z VAT 23% |
|--|-------------|----------|-----------|
| Oплата zmienna, odniesiona do wartości opałowej gazu | zł/GJ       | 40,11    | 49,33     |
| Oплата stała, odniesiona do wartości opałowej gazu   | zł/(m-c*MW) | 5 434,83 | 6 684,84  |
| Abonament  | zł/m-c      | 121,00   | 148,83    |

Założenia:

- taryfa W-2.1,
- zasilenie istniejących indywidualnych kotłów gazowych dwufunkcyjnych w lokalach mieszkalnych
- wartość opałowa gazu typu E: 36,03 MJ/m<sup>3</sup>
- ciepło spalania gazu typu E: 40,32 MJ/m<sup>3</sup> (współczynnik konwersji 11,20)

| Opis  | Jednostka | netto   | z VAT 23% |
|---|-----------|---------|-----------|
| <b>Wartości kWh odniesione do ciepła spalania wg taryfy PGNiG</b> |           |         |           |
| Oплата zmienna za paliwo gazowe                                   | zł/kWh    | 0,10865 | 0,13364   |
| Przesył – оплата zmienna  | zł/kWh    | 0,02821 | 0,03470   |
| Razem оплата zmienna  | zł/kWh    | 0,13686 | 0,16834   |
| Razem оплата zmienna  | zł/GJ     | 38,02   | 46,76     |
| <b>Wartości GJ odniesione do wartości opałowej</b>                |           |         |           |
| Oплата zmienna za paliwo gazowe                                   | zł/GJ     | 42,54   | 52,33     |

### Oplaty za zużycie energii elektrycznej wg i PGE Obrót S.A.

Założenia:

- Taryfa C11
- Zasilenie podgrzewaczy ciepłej wody w części szkolnej budynku

| Opis                        | Jednostka | netto         | z VAT 23%     |
|-----------------------------|-----------|---------------|---------------|
| Energia czynna              | zł/kWh    | 0,2087        | 0,2567        |
| Dystrybucja                 | zł/kWh    | 0,2448        | 0,3011        |
| Razem оплата zmienna        | zł/kWh    | 0,4535        | 0,5578        |
| <b>Razem оплата zmienna</b> | zł/GJ     | <b>127,00</b> | <b>154,94</b> |

### Średnia оплата za zużycie ciepła na ogrzewanie

| L.p. | Opis    | Pow. m <sup>2</sup> | Udział procentowy % | Oплата zmienna zł/GJ | Oплата stała zł/(MW-mc) | Oплата stała zł/m-c |
|------|---------|---------------------|---------------------|----------------------|-------------------------|---------------------|
| 1    | Szkoła  | 1 052,5             | 68,7                | 49,33                | 6 684,84                | 148,83              |
| 2    | Lokale  | 480                 | 31,3                | 52,33                | 0,00                    | 149,66              |
| 3    | Średnio | 1 532,5             | 100,0               | <b>50,27</b>         | <b>4 592,49</b>         | <b>298,49</b>       |



### Średnia opłata za zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej

| L.p. | Opis    | Powierzchnia m <sup>2</sup> | Udział procentowy % | Opłata zmienna zł/GJ |
|------|---------|-----------------------------|---------------------|----------------------|
| 1    | Szkoła  | 1 052,5                     | 68,7                | 154,94               |
| 2    | Lokale  | 480                         | 31,3                | 52,33                |
| 3    | Średnio | 1 532,5                     | 100,0               | <b>122,82</b>        |

## 9.2. Obliczenie zapotrzebowania na ciepło na podgrzanie wody.

### 9.2.1. Obliczanie zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

| Charakterystyka systemu<br>(1)   | Jednostka<br>(2)  | Szkoła<br>(3) | Lokale mieszkalne<br>(4) |
|--|-------------------|---------------|--------------------------|
| ciepło właściwe wody $c_w$   | kJ/kg*deg         | 4,19          | 4,19                     |
| gęstość wody $\rho$  | kg/m <sup>3</sup> | 1 000         | 1 000                    |
| jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody $V_{cw}$   | l/m2              | 0,8           | 1,6                      |
| jed.odniesienia - pow. Af  | m2                | 1 052,5       | 480,0                    |
| temperatura wody ciepłej w podgrzewaczu $\theta_{cw}$  | °C                | 55            | 55                       |
| temperatura wody zimnej $\theta_0$   | °C                | 10            | 10                       |
| współczynnik korekcyjny $k_R$  | -                 | 0,55          | 0,9                      |
| liczba dni w roku $t_R$  | doba              | 365           | 365                      |
| roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego<br>$Q_{w,nd}=V_w * A_f * c_w * \rho * (\theta_{cw} - \theta_0) * k_R * t_R / (1000 * 3600)$ | kWh/rok           | 8 853         | 13 214                   |
| sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$  | -                 | 0,99          | 0,85                     |
| sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,p}$   | -                 | 0,80          | 0,80                     |
| sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$  | -                 | 1,00          | 1,00                     |
| sprawność sezonowa wykorzystania   | -                 | 1,00          | 1,00                     |
| sprawność całkowita $\eta_{w,tot}$   | -                 | 0,792         | 0,680                    |
| roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,W}$  | kWh/a             | 11 178        | 19 432                   |
| roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,W}$  | GJ/a              | <b>40</b>     | <b>70</b>                |
| roczne zapotrzebowanie <b>ciepła końcowego</b> $Q_{K,W}$   | GJ/a              | <b>110</b>    |                          |

Opis przyjętych rozwiązań i składowych współczynników sprawności:

|   | Część szkolna  | Część mieszkalna  |
|---|--|---|
| sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{gw}$    | elektryczne podgrzewacze przepływowe                   | kotły kondensacyjne o mocy do 50 kW                     |
| sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{dw}$ | miejscowe przygotowanie ciepłej wody dla grupy punktów | miejscowe przygotowanie ciepłej wody dla jednego lokalu |
| sprawność akumulacji $\eta_{sw}$            | brak zasobnika   | brak zasobnika  |

9.2.2. Obliczanie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

| Opis   | Jednostka         | Stan istniejący = docelowy |                   |
|--|-------------------|----------------------------|-------------------|
|  |                   | Szkoła                     | Lokale mieszkalne |
| (1)  | (2)               | (3)                        | (4)               |
| Ilość użytkowników   | os.               | 110                        | 24                |
| Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody dla obliczeń wg PN-92/B-01706 $V_{cw}$   | l/os              | 5                          | 110               |
| Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku<br>$V_{h\acute{s}r} = (L \cdot V_{cw}) / (h \cdot 1000)$                   | m <sup>3</sup> /h | 0,069                      | 0,147             |
| Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u.<br>$N_h = 9,32 \cdot L^{-0,244}$   | -                 | 2,960                      | 4,292             |
| <b>Max. moc c.w.u.</b><br>$q_{cwu}^{max} = V_{h\acute{s}r} \cdot c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) \cdot N_h / 3600$ | kW                | 10,7                       | 33,0              |
| <b>Max. moc c.w.u.</b>   | kW                | 43,7                       |                   |

Wartość zapotrzebowania na ciepło na podgrzanie wody wykorzystano do obliczenia procentowej oszczędności zużycia ciepła na cele co i cwu w poszczególnych wariantach termomodernizacyjnych.

### 9.3. Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego, wentylacja grawitacyjna

#### 9.3.1. Część szkolna

| <b>- Wg ilości osób, wg. PN-83/B-03430/AZ3:2000</b>   |   |                                 |                                 |                                 |
|---|---|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
|   | ilość osób                                | strumień powietrza w $m^3/h/os$ | Łączne zap. powietrza w $m^3/h$ |                                 |
|   | 110                                       | 20                              | 2 200                           |                                 |
|   |   | Razem                           | <b>2 200</b>                    | $m^3$                           |
|   | Kubatura wentylowana części szkolnej      |                                 | 3 368                           | $m^3$                           |
|   | krotność wymiany powietrza wentylacyjnego |                                 | 0,65                            | $h^{-1}$                        |
| <b>- Wg normy PN-EN-12831</b>   |   |                                 |                                 |                                 |
|   | pomieszczenie                             | kubatura $m^3$                  | $n_{min}$ wg. normy w 1/h       | Łączne zap. powietrza w $m^3/h$ |
|   | Sale zajęć                                | 1 161                           | 1,5                             | 1 741                           |
|   | Pozostałe pomieszczenia ogrzewane         | 2 207                           | 0,5                             | 1 104                           |
|   | <b>ŁĄCZNIE <math>V_o</math></b>           |                                 |                                 | <b>2 845</b>                    |
|   | Kubatura wentylowana części szkolnej      |                                 | 3 368                           | $m^3$                           |
|   | krotność wymiany powietrza wentylacyjnego |                                 | 0,84                            | $h^{-1}$                        |
| <b>Przyjęto do obliczeń projektowego obciążenia cieplnego oraz zużycia ciepła wartość większą z powyższych.</b> |   |                                 |                                 |                                 |
|   |   | <b><math>V_o</math></b>         | <b>2 845</b>                    | <b><math>m^3/h</math></b>       |

#### 9.3.2. Część mieszkalna

| <b>- Wg PN-83/B-03430/AZ3:2000</b>   |  |                              |  |                                 |
|--|--|------------------------------|--|---------------------------------|
|  | pomieszczenie  | ilość / kub. kl. schod $m^3$ | strumień powietrza wg. normy w $m^3/h$ | Łączne zap. powietrza w $m^3/h$ |
|  | kuchnia z oknem zewnętrznym, z kuchenką gazową lub węglową | 7                            | 70                                     | 490                             |
|  | łazienka ( z WC lub bez)                                   | 7                            | 50                                     | 350                             |
|  | <b>ŁĄCZNIE <math>V_o</math></b>                            |                              |  | <b>840</b>                      |
|  |  | <b><math>V_o</math></b>      | <b>840</b>                             | <b><math>m^3/h</math></b>       |
|  | Kubatura wentylowana części mieszkalnej                    |                              | 1 200                                  | $m^3$                           |
|  | krotność wymiany powietrza wentylacyjnego                  |                              | 0,70                                   | $h^{-1}$                        |
| <b>Do obliczenia projektowego obciążenia cieplnego [W] w programie Audytor OZC 6.6Pro zgodnie z normą PN-EN-12831 przyjęto strumień powietrza wentylacyjnego równy krotności wymian 0,5 <math>h^{-1}</math>.</b> |  |                              |  |                                 |

## 9.4. Obliczenie ilości wyprodukowanej energii elektrycznej przez instalację fotowoltaiczną

Obliczenia wykonano przy użyciu Fotowoltaicznego Geograficznego Systemu Informatycznego (PVGIS), projektu SOLAREC, Wspólnego Centrum Badań (Joint Research Center) Unii Europejskiej. Dane – wg pkt. 7.11.

### PVGIS estimates of solar electricity generation

Location: 52°6'20" North, 21°29'38" East, Elevation: 123 m a.s.l.,

Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Nominal power of the PV system: 2.0 kW (crystalline silicon)

Estimated losses due to temperature and low irradiance: 7.7% (using local ambient temperature)

Estimated loss due to angular reflectance effects: 3.0%

Other losses (cables, inverter etc.): 14.0%

Combined PV system losses: 23.0%

| Fixed system: inclination=35°, orientation=0° |             |             |             |             |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Month   | $E_d$       | $E_m$       | $H_d$       | $H_m$       |
| Jan   | 1.66        | 51.6        | 0.97        | 30.1        |
| Feb   | 2.67        | 74.8        | 1.59        | 44.4        |
| Mar   | 5.88        | 182         | 3.62        | 112         |
| Apr   | 7.59        | 228         | 4.88        | 146         |
| May   | 8.10        | 251         | 5.42        | 168         |
| Jun   | 8.21        | 246         | 5.55        | 166         |
| Jul   | 7.89        | 245         | 5.39        | 167         |
| Aug   | 7.53        | 233         | 5.07        | 157         |
| Sep   | 6.00        | 180         | 3.90        | 117         |
| Oct   | 4.07        | 126         | 2.56        | 79.3        |
| Nov   | 1.83        | 54.9        | 1.11        | 33.3        |
| Dec   | 1.28        | 39.6        | 0.75        | 23.2        |
| <b>Yearly average</b>                         | <b>5.24</b> | <b>159</b>  | <b>3.41</b> | <b>104</b>  |
| <b>Total for year</b>                         |             | <b>1910</b> |             | <b>1240</b> |

$E_d$ : Average daily electricity production from the given system (kWh)

$E_m$ : Average monthly electricity production from the given system (kWh)

$H_d$ : Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m<sup>2</sup>)

$H_m$ : Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m<sup>2</sup>)

## 9.5. Określenie wskaźników energetycznych, ekologicznych i ekonomicznych

### 9.5.1. Roczne zapotrzebowanie na energię końcową QK [MWh/ rok]

|                                 | Rodzaj nośnika energii          | Ogrzewanie i wentylacja | CWU    | Energia elektryczna | Suma    | Łącznie |
|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------|--------|---------------------|---------|---------|
| przed modernizacją              | 1) energia elektryczna sieciowa |                         | 11,111 | 0,000               | 11,111  | 307,22  |
|                                 | 2) gaz wysokometanowy           | 276,667                 | 19,444 |                     | 296,111 |         |
|                                 |                                 |                         |        |                     | 0,000   |         |
| po modernizacji                 | 1) energia elektryczna sieciowa |                         | 11,111 | -1,910              | 9,201   | 141,98  |
|                                 | 2) gaz wysokometanowy           | 113,333                 | 19,444 |                     | 132,778 |         |
|                                 |                                 |                         |        |                     |         |         |
| efekt                           | 1) energia elektryczna sieciowa | 0,000                   | 0,000  | 1,910               | 1,910   | 165,24  |
|                                 | 2) gaz wysokometanowy           | 163,333                 | 0,000  | 0,000               | 163,333 |         |
|                                 |                                 |                         |        |                     |         |         |
| <b>Łączna zmiana procentowa</b> |                                 |                         |        |                     |         | 53,79%  |

### 9.5.2. Wskaźniki nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej wi

| Rodzaj nośnika energii          | WE [Mg/MWh] | Wi  | WExWi [Mg/MWh] |
|---------------------------------|-------------|-----|----------------|
| 1) energia elektryczna sieciowa | 0,8315      | 3,0 | 0,83150        |
| 2) gaz wysokometanowy           | 0,1297      | 1,1 | 0,14268        |

### 9.5.3. Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną QP [MWh/ rok]

|                                 | Rodzaj nośnika energii          | Ogrzewanie i wentylacja | CWU    | Energia elektryczna | Suma    | Łącznie |
|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------|--------|---------------------|---------|---------|
| przed modernizacją              | 1) energia elektryczna sieciowa | 0                       | 33,333 | 0                   | 33,333  | 359,06  |
|                                 | 2) gaz wysokometanowy           | 304,333                 | 21,389 | 0                   | 325,722 |         |
|                                 |                                 |                         |        |                     |         |         |
| po modernizacji                 | 1) energia elektryczna sieciowa | 0,000                   | 33,333 | -5,730              | 27,603  | 173,66  |
|                                 | 2) gaz wysokometanowy           | 124,667                 | 21,389 | 0                   | 146,056 |         |
|                                 |                                 |                         |        |                     |         |         |
| efekt                           | 1) energia elektryczna sieciowa | 0,000                   | 0,000  | 5,730               | 5,730   | 185,40  |
|                                 | 2) gaz wysokometanowy           | 179,667                 | 0,000  | 0,000               | 179,667 |         |
|                                 |                                 |                         |        |                     |         |         |
| <b>Łączna zmiana procentowa</b> |                                 |                         |        |                     |         | 51,63%  |

### 9.5.4. Roczna emisja CO2 [Mg/rok]

|                                 | Rodzaj nośnika energii          | Ogrzewanie i wentylacja | CWU   | Energia elektryczna | Suma   | Łącznie |
|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------|-------|---------------------|--------|---------|
| przed modernizacją              | 1) energia elektryczna sieciowa | 0,000                   | 9,239 | 0,000               | 9,239  | 51,49   |
|                                 | 2) gaz wysokometanowy           | 39,474                  | 2,774 | 0,000               | 42,249 |         |
|                                 |                                 |                         |       |                     |        |         |
| po modernizacji                 | 1) energia elektryczna sieciowa | 0,000                   | 9,239 | -1,588              | 7,651  | 26,60   |
|                                 | 2) gaz wysokometanowy           | 16,170                  | 2,774 | 0,000               | 18,945 |         |
|                                 |                                 |                         |       |                     |        |         |
| efekt                           | 1) energia elektryczna sieciowa | 0,000                   | 0,000 | 1,588               | 1,588  | 24,89   |
|                                 | 2) gaz wysokometanowy           | 23,304                  | 0,000 | 0,000               | 23,304 |         |
|                                 |                                 |                         |       |                     |        |         |
| <b>Łączna zmiana procentowa</b> |                                 |                         |       |                     |        | 48,35%  |

**9.5.5. Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną EP h+w [kWh/(m<sup>2</sup> rok)]**














| Opis               | Af [m <sup>2</sup> ] | EP h+w<br>[kWh/(m <sup>2</sup> rok)] |
|--------------------|----------------------|--------------------------------------|
| przed modernizacją | 1 532,5              | 234,3                                |
| po modernizacji    | 1 532,5              | 117,1                                |

**9.5.6. Koszt jednostkowy oszczędności energii [zł/ kWh/rok]**

| Opis                                   | Jednostka   | Wartość   |
|--|-------------|-----------|
| Koszt inwestycyjny                     | zł          | 394 330,0 |
| Efekt energetyczny                     | kWh/rok     | 165 243,3 |
| Koszt jednostkowy oszczędności energii | zł/ kWh/rok | 2,4       |

|   |                                      |                   |
|---|--------------------------------------|-------------------|
| Podstawowe informacje:  |                                      |                   |
| Nazwa projektu:   | Audyt energetyczny - stan istniejący |                   |
| Miejscowość:  | Szkoła Podstawowa w Rudzienku        |                   |
| Adres:  | ul. Szkolna 11, Rudzienko            |                   |
| Projektant:   | inż. Piotr Kowalczyk                 |                   |
| Normy:  |                                      |                   |
| Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:                              | PN-EN ISO 6946                       |                   |
| Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:                        | PN-EN 12831:2006                     |                   |
| Norma na obliczanie E:  | PN-EN ISO 13790                      |                   |
| Dane klimatyczne:   |                                      |                   |
| Strefa klimatyczna:   | III                                  |                   |
| Projektowa temperatura zewnętrzna $\theta_e$ :                            | -20                                  | °C                |
| Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ :                    | 7,6                                  | °C                |
| Stacja meteorologiczna:   | Warszawa Okęcie                      |                   |
| Podstawowe wyniki obliczeń budynku:                                       |                                      |                   |
| Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :                                    | 1532,5                               | m <sup>2</sup>    |
| Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :  | 4568,1                               | m <sup>3</sup>    |
| Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :                     | 86177                                | W                 |
| Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :                          | 45691                                | W                 |
| Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :                       | 131869                               | W                 |
| Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego: |                                      |                   |
| Dopływające powietrze wentylacyjne $V_v$ :                                | 3445,0                               | m <sup>3</sup> /h |
| Średnia temperatura dopływającego powietrza $\theta_v$ :                  | -20,0                                | °C                |
| Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790  |                                      |                   |
| Stacja meteorologiczna:   | Warszawa Okęcie                      |                   |
| Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie                         |                                      |                   |
| Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$ :                  | 3685,0                               | m <sup>3</sup> /h |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :                       | 730,51                               | GJ/rok            |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :                       | 202920                               | kWh/rok           |
| Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :                                    | 1533                                 | m <sup>2</sup>    |
| Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :  | 4568,1                               | m <sup>3</sup>    |

## Wyniki - Zestawienie przegród

| Symbol  | Opis                           | U                   | A              |
|---|--------------------------------|---------------------|----------------|
|   |                                | W/m <sup>2</sup> ·K | m <sup>2</sup> |
|  DACH-STR  | Dach, strych                   | 3,375               | 644,71         |
|  DZS       | Drzwi zewnętrzne, stalowe      | 5,100               | 4,18           |
|  DZ-LOK    | Drzwi zewnętrzne, lokale       | 2,000               | 2,10           |
|  DZD       | Drzwi zewnętrzne, drewniane    | 3,500               | 4,20           |
|  DZ-AL     | Drzwi zewnętrzne w ramie AL    | 2,000               | 15,50          |
|  PCV       | Okna w ramach PCV              | 1,300               | 315,08         |
|  PD-GR-2   | Podłoga na gruncie, przyziemie | 0,434               | 107,25         |
|  PD-GR-1   | Podłoga na gruncie, parter     | 0,421               | 491,25         |
|  STROP-STR | Strop pod strychem             | 0,908               | 598,50         |
|  SZ-4      | Ściana zewnętrzna, strych      | 1,064               | 30,00          |
|  SZ-3      | Ściana zewnętrzna, przyziemie  | 1,194               | 85,72          |
|  SZ-2      | Ściana zewnętrzna, deskowanie  | 1,147               | 122,19         |
|  SZ-1      | Ściana zewnętrzna              | 1,064               | 713,69         |



Wyniki - Zestawienie pomieszczeń

| Symbol | Opis             | $\theta_{int,H}$ | A              | V              | $\Phi_{HL}$ |
|--------|------------------|------------------|----------------|----------------|-------------|
|        |                  | °C               | m <sup>2</sup> | m <sup>3</sup> | W           |
| 1      | Część szkolna    | 18,8             | 1052,5         | 3368,1         | 79794       |
| 2      | Część mieszkalna | 20,0             | 480,00         | 1200,0         | 52075       |
| 3      | Strych           | -12,6            | 468,80         | 1172,0         | 0           |

|   |                                      |                   |
|---|--------------------------------------|-------------------|
| Podstawowe informacje:  |                                      |                   |
| Nazwa projektu:   | Audyt energetyczny - stan istniejący |                   |
| Miejscowość:  | Szkoła Podstawowa w Rudzienku        |                   |
| Adres:  | ul. Szkolna 11, Rudzienko            |                   |
| Projektant:   | inż. Piotr Kowalczyk                 |                   |
| Normy:  |                                      |                   |
| Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:                              | PN-EN ISO 6946                       |                   |
| Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:                        | PN-EN 12831:2006                     |                   |
| Norma na obliczanie E:  | PN-EN ISO 13790                      |                   |
| Dane klimatyczne:   |                                      |                   |
| Strefa klimatyczna:   | III                                  |                   |
| Projektowa temperatura zewnętrzna $\theta_e$ :                            | -20                                  | °C                |
| Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ :                    | 7,6                                  | °C                |
| Stacja meteorologiczna:   | Warszawa Okęcie                      |                   |
| Podstawowe wyniki obliczeń budynku:                                       |                                      |                   |
| Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :                                    | 1532,5                               | m <sup>2</sup>    |
| Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :  | 4568,1                               | m <sup>3</sup>    |
| Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :                     | 38630                                | W                 |
| Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :                          | 45691                                | W                 |
| Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :                       | 84321                                | W                 |
| Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego: |                                      |                   |
| Dopływające powietrze wentylacyjne $V_v$ :                                | 3445,0                               | m <sup>3</sup> /h |
| Średnia temperatura dopływającego powietrza $\theta_v$ :                  | -20,0                                | °C                |
| Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790  |                                      |                   |
| Stacja meteorologiczna:   | Warszawa Okęcie                      |                   |
| Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie                         |                                      |                   |
| Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$ :                  | 3685,0                               | m <sup>3</sup> /h |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :                       | 354,35                               | GJ/rok            |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :                       | 98431                                | kWh/rok           |
| Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :                                    | 1533                                 | m <sup>2</sup>    |
| Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :  | 4568,1                               | m <sup>3</sup>    |

## Wyniki - Zestawienie przegród

| Symbol    | Opis                           | U                   | A              |
|-----------|--------------------------------|---------------------|----------------|
|           |                                | W/m <sup>2</sup> ·K | m <sup>2</sup> |
| DACH-STR  | Dach, strych                   | 3,375               | 644,71         |
| DZ-AL     | Drzwi zewnętrzne w ramie AL    | 2,000               | 15,50          |
| DZD       | Drzwi zewnętrzne, drewniane    | 1,300               | 4,20           |
| DZ-LOK    | Drzwi zewnętrzne, lokale       | 2,000               | 2,10           |
| DZS       | Drzwi zewnętrzne, stalowe      | 1,300               | 4,18           |
| PCV       | Okna w ramach PCV              | 1,300               | 315,08         |
| PD-GR-1   | Podłoga na gruncie, parter     | 0,421               | 491,25         |
| PD-GR-2   | Podłoga na gruncie, przyziemie | 0,434               | 107,25         |
| STROP-STR | Strop pod strychem             | 0,150               | 598,50         |
| SZ-1      | Ściana zewnętrzna              | 0,196               | 713,69         |
| SZ-2      | Ściana zewnętrzna, deskowanie  | 0,198               | 122,19         |
| SZ-3      | Ściana zewnętrzna, przyziemie  | 0,200               | 85,72          |
| SZ-4      | Ściana zewnętrzna, strych      | 0,196               | 30,00          |

Wyniki - Zestawienie pomieszczeń

| Symbol | Opis             | $\theta_{int,H}$ | A              | V              | $\Phi_{HL}$ |
|--------|------------------|------------------|----------------|----------------|-------------|
|        |                  | °C               | m <sup>2</sup> | m <sup>3</sup> | W           |
| 1      | Część szkolna    | 18,8             | 1052,5         | 3368,1         | 61974       |
| 2      | Część mieszkalna | 20,0             | 480,00         | 1200,0         | 22347       |
| 3      | Strych           | -18,5            | 468,80         | 1172,0         | 0           |



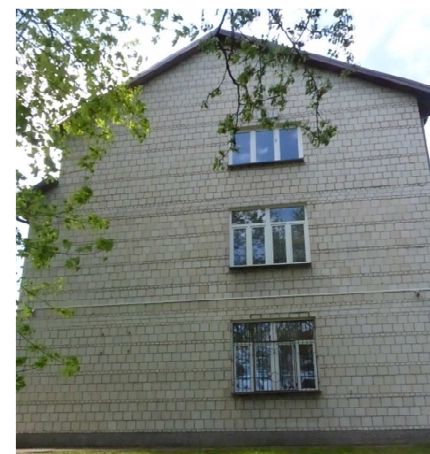
**Elewacja południowa**



**Elewacja północna**

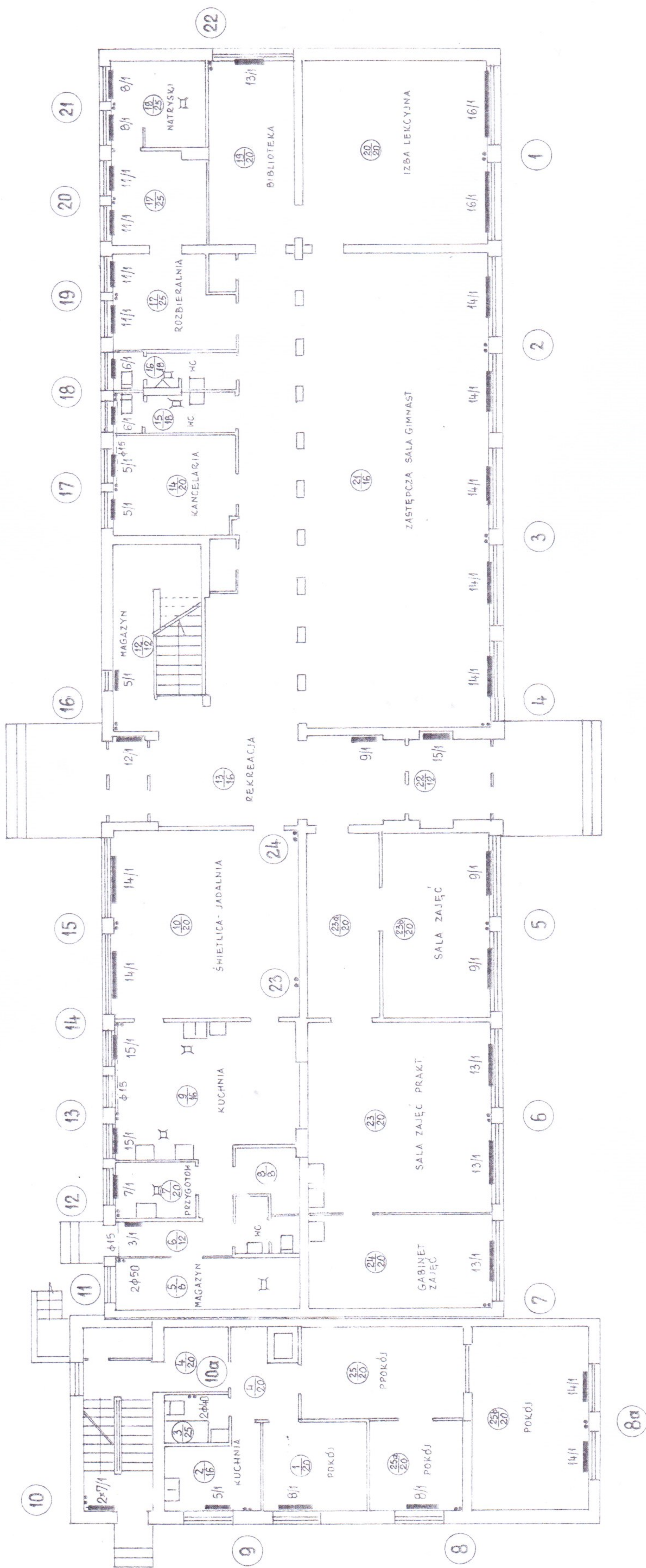
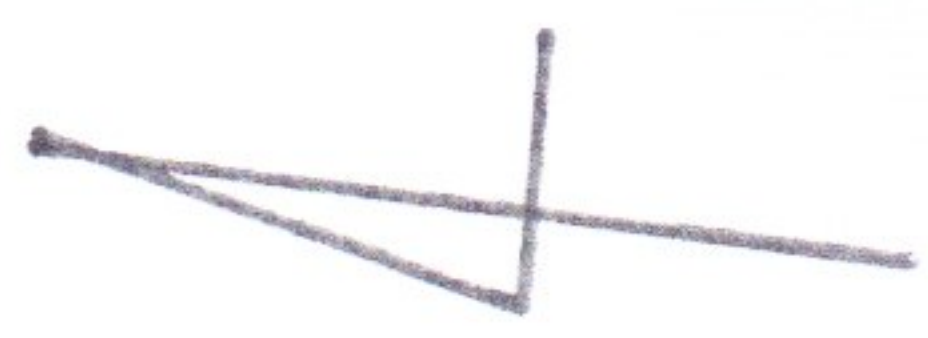


**Elewacja zachodnia**



**Elewacja wschodnia**

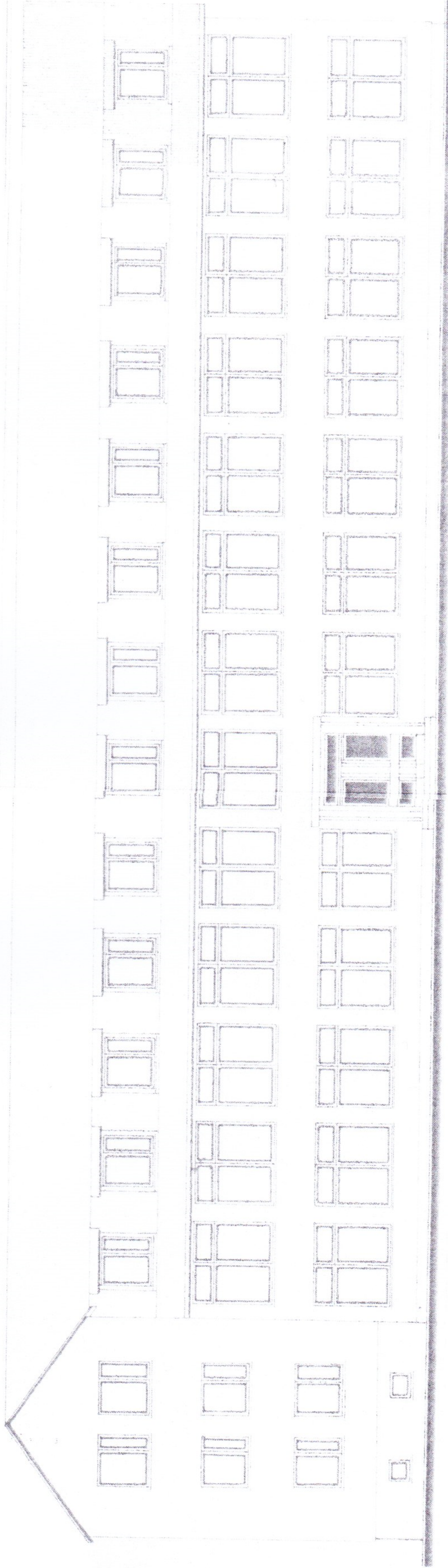




Rzut budynku

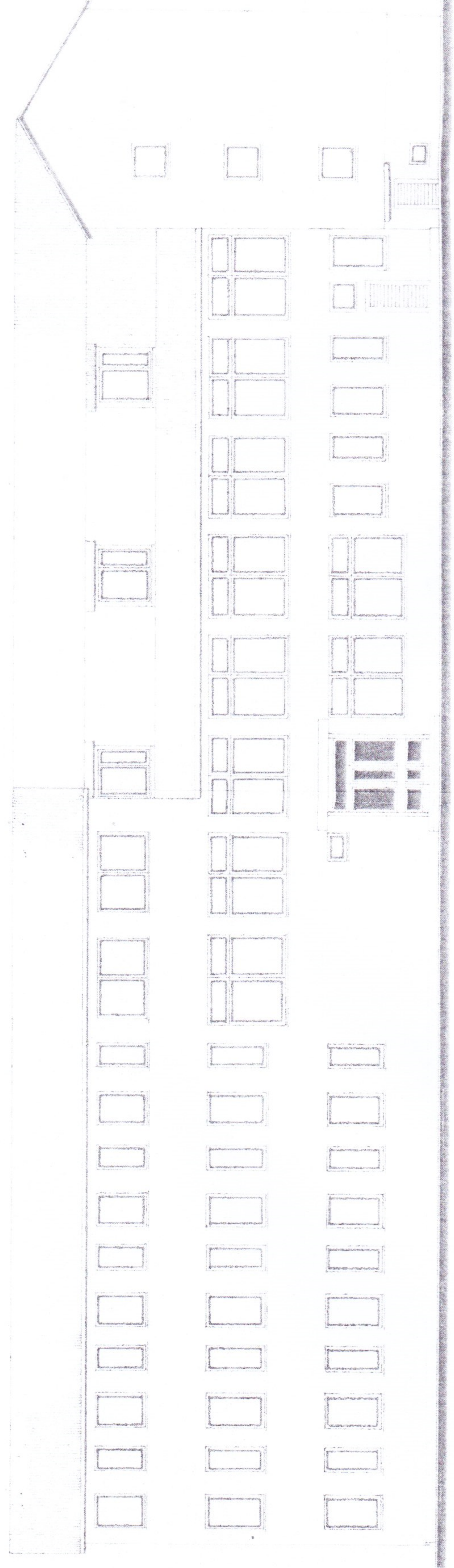
Skala 1:200





Elewacja południowa

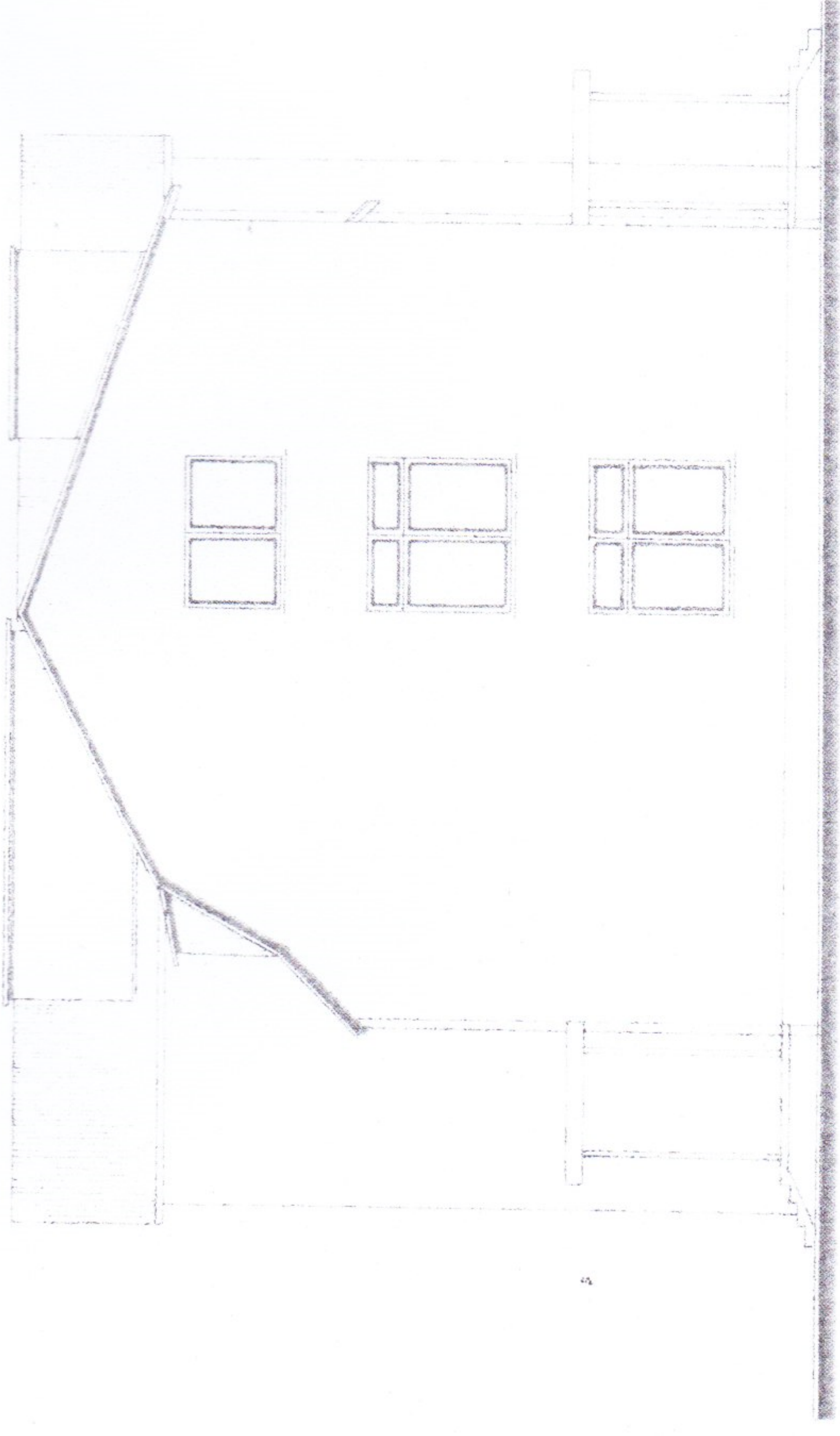
Skala 1:200



Elewacja północna

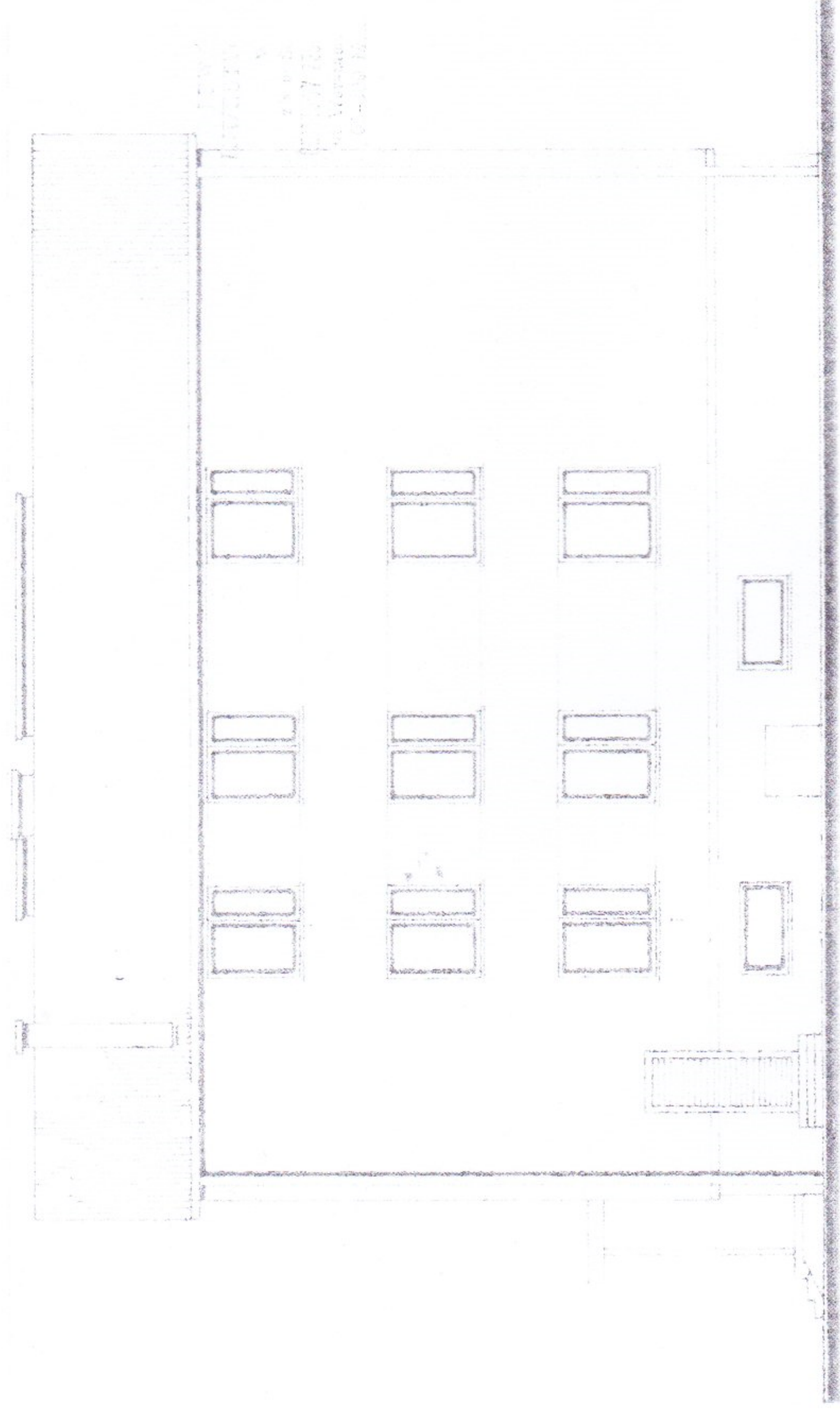
Skala 1:200





**Elewacja zachodnia**

**Skala 1:200**



**Elewacja wschodnia**

**Skala 1:200**