

AUDYT

ENERGETYCZNY BUDYNKU

przy ul. Brzeskiej 102 w Siedlcach



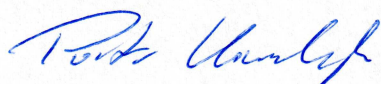
INWESTOR: Izba Administracji Skarbowej w Warszawie,
ul. Alojzego Felińskiego 2B, 01-513 Warszawa

JEDNOSTKA: Delegatura UCS w Siedlcach

ADRES: ul. Brzeska 102, 08-102 Siedlce

Warszawa, grudzień 2017 r.

1 STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Budynek użyteczności publicznej	1.2 Rok budowy	1973 r.
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres)	Izba Administracji Skarbowej w Warszawie, ul. Alojzego Felińskiego 2B, 01-513 Warszawa, tel.: 22 56 18 016; fax: 22 56 18 093	1.4 Adres budynku	ul. Brzeska 102, 08-102 Siedlce, powiat: siedlecki województwo: mazowieckie
2. Nazwa, adres i nr REGON podmiotu wykonującego audyt: Narodowa Agencja Poszanowania Energii S.A., regon 010691500, ul. Świętokrzyska 20, 00-002 Warszawa; tel. 22 50 54 661			
3. Imię, nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis: inż. Piotr Kowalczyk, upr. bud. MAZ/0037/PWOS/04, ul. Świętokrzyska 20, 00-002 Warszawa 			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje:			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	posiadane kwalifikacje (w tym ew. uprawnienia)
1.	-	-	-
5. Miejscowość:	Warszawa	data wykonania opracowania:	2017-12-19
6. Spis treści			
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		11
6	Zestawienie wskazanych rodzajów ulepszeń oraz przedsięwzięć wykonanych zgodnie z algorytmem oceny opłacalności i poddanych optymalizacji		13
7	Dokumentacja wykonania kolejnych kroków optymalizacyjnych algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wraz z kosztorysami sporządzonymi wg metody kalkulacji uproszczonej		14
8	Opis techniczny, niezbędne szkice i przedmiar robót optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji		30
9	Załączniki do audytu		32



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+użytkowe przyziemie	bez zmian
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	3 762	bez zmian
4.	Kubatura ogrzewanych pomieszczeń [m ³]	2 822	bez zmian
5.	Powierzchnia netto (ogrzewana) budynku [m ²]	973,00	bez zmian
6.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	0,00	bez zmian
7.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	973,00	bez zmian
8.	Liczba lokali mieszkalnych	0	bez zmian
9.	Liczba osób użytkujących budynek	65	bez zmian
10.	Sposób przygotowania ciepłej wody	podgrz. elektryczne	bez zmian
11.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	węzeł cieplny	bez zmian
12.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,42	bez zmian
13.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła W/(m²K)			
1.	Ściana zewnętrzna	0,780	0,199
2.	Ściana zewnętrzna, cokół	1,435	0,192
3.	Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,781	0,159
4.	Podłoga w piwnicy	0,436	0,436
5.	Stropodach	1,364	0,143
6.	Drzwi zewnętrzne w ramie AL	2,0	2,0
7.	Drzwi zewnętrzne stalowe	5,6	1,3
8.	Luxfery	5,0	0,9
9.	Okna w ramie PCV	1,2	1,2
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,91	0,98
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,90	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,83	0,88
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00
5.	Sprawność całkowita systemu ogrzewania [-]	0,68	0,83
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia [-]	1,00	1,00
7.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]	1,00	1,00
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,99	0,99
2.	Sprawność przesyłu [-]	1,00	1,00
3.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00
4.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	1,00	1,00
5.	Sprawność całkowita systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej [-]	0,99	0,99
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	Okna/ kratki went.	Okna/ kratki went
3.	Strumień powietrza zewnętrznego ¹⁾ [m ³ /h]	1 962	1 668
4.	Krotność wymian [1/h]	0,70	0,59
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	95,0	56,1
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	10,2	10,2
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	347	136



4.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	513	164
5.	Obliczeniowe zużycie energii do przygotowania cwu ²⁾ [GJ/rok]	17	17
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	477	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) ³⁾ [GJ/rok]	-	-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	99,06	38,83
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	146,45	46,82
10.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0	0
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzenia audytu) ⁴⁾			
Centralne ogrzewanie			
1.	Koszt za 1GJ ciepła do ogrzewania budynku [zł/GJ]	46,91	46,91
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł/(MW m-c)]	7 137,63	7 137,63
Ciepła woda użytkowa			
3.	Koszt przygotowania 1m ³ ciepłej wody użytkowej [zł/m ³]	29,5	29,5
3a.	Koszt za 1GJ ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej [zł/GJ]	151,12	151,12
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 ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)]	2,76	1,07
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00
7.	Inne [zł]	-	-
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana suma kredytu [zł]	699 530,00	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	65,8
Planowane koszty całkowite [zł]	699 530,00	Premia termomodernizacyjna [zł]	nie dotyczy
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	19 704,00		

- 1) - Wyliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego zamieszczono w załączniku 9.3
- 2) - Zużycie CWU wg obliczeń przedstawionych w załączniku nr 9.2
- 3) - Ciepła woda przygotowywana jest w podgrzewaczach elektrycznych. Brak osobnego podlicznika energii elektrycznej na ww. podgrzewacze.
- 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 Izby Administracji Skarbowej, Delegatura UCS w Siedlcach usytuowanego przy ul. Brzeskiej 102.

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.

3.2 Dokumentacja projektowa

- Inwentaryzacja budowlana budynku biurowego, ul. Brzeska 102, 1994 r.
- PB. Regulacja wewnętrznej instalacji c.o., 2006 r.

3.3 Inne dokumenty

- wizja lokalna,
- faktury za ciepło PE Siedlce Sp. z o.o.,
- faktury za dostawę energii elektrycznej,
- 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 13 października 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 okien i drzwi zewnętrznych.
- Należy rozważyć wymianę lub modernizację instalacji c.o.
- Należy rozważyć modernizację źródła ciepła.

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	0 zł
Kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora lub kwota dofinansowania przedsięwzięcia termo modernizacyjnego	700 000 zł



4 INWENTARYZACJA TECHNICZNO - BUDOWLANA BUDYNKU

4.1 Dane ogólne

Adres:	ul. Brzeska 102, 08-102 Siedlce	
Inwestor:	Izba Administracji Skarbowej w Warszawie, ul. Alojzego Felińskiego 2B, 01-513 Warszawa	
Rok zakończenia budowy	1973	
Technologia	tradycyjna	
Powierzchnia zabudowy	371	m ²
Powierzchnia netto budynku	973,0	m ²
Powierzchnia najmu	0,0	m ²
Kubatura części ogrzewanej budynku	3 762	m ³
Kubatura przestrzeni ogrzewanej budynku	2 822	m ³
Współczynnik kształtu A/V	0,42	1/m
Wysokość kondygnacji w świetle	2,9	m
Liczba użytkowników	50	os.

4.2 Uproszczona dokumentacja budynku.

Rysunki i zdjęcia budynku zostały zamieszczone w załączniku nr 9.5.

4.3 Opis techniczny podstawowych elementów budynku - konstrukcja

Rozpatrywany obiekt wzniesiono w systemie tradycyjnym. Budynek stanowi zwartą bryłę, jest wolnostojący. Posiada 3 kondygnacje nadziemne oraz użytkowe przyziemie. Ściany zewnętrzne wykonane są z cegły ceramicznej o grubości 38 cm, ocieplone ok. 3 – 4 cm styropianu. Stropy żelbetowe, prefabrykowane. Nad ostatnią kondygnacją znajduje się stropodach z pustką powietrzną, o dwustronnym spadku. Dach z płyty żelbetowej, kryty papą.

Kondygnacje nadziemne użytkowane są jako biura, przyziemie – na magazyny, archiwa i salę konferencyjną.

4.4 Opis techniczny podstawowych elementów budynku - stolarka okienna i drzwiowa

W budynku znajdują się okna w ramach PCV (montaż w 2014 r.), na klatce schodowej - luxfery. Drzwi zewnętrzne główne są w ramie AL. (montaż 2011 r.), boczne – stalowe szklone pojedynczo (przy przedsionku).

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 grzewcze 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 Siedlcach) 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	0,1300
Obliczeniowa moc systemu grzewczego	MW	0,0950
Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	347
Ogólna sprawność systemu ogrzewania	-	0,68
Obniżenie nocne	-	1,00
Obniżenie tygodniowe	-	1,00
Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	513

* Brak zmiany mocy zamówionej po wymianie stolarki okiennej.



4.5.2 Roczny koszt ogrzewania budynku

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

Oz	zł/GJ	46,91
Om	zł/MW/mc	7 137,63
Ab0	zł/mc	0,00
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	MW	0,0950
Roczne zużycie energii na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	513
Roczna opłata zmienna	zł/rok	24 066
Roczna opłata stała	zł/rok	8 137
Roczny koszt abonamentu	zł/rok	0
Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	32 203

4.5.3 Roczny koszt przygotowania ciepłej wody użytkowej

Ceny wg PGE S.A. i PGE S.A. z podatkiem 23% VAT z dnia sporządzania audytu. Wyliczenie opłat zamieszczono w załączniku nr 9.1.

Oz	zł/GJ	151,12
Om	zł/MW/mc	0,00
Ab0	zł/rok	0,00
Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody użytkowej	MW	0,0102
Roczne zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej	GJ/rok	17
Roczna opłata zmienna	zł/rok	2 569
Roczna opłata stała	zł/rok	0
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	0
Roczny koszt przygotowania ciepłej wody użytkowej	zł/rok	2 569

4.5.4 Roczny koszt ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej

Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	32 203
Roczny koszt przygotowania ciepłej wody użytkowej	zł/rok	2 569
Roczny koszt sumaryczny	zł/rok	34 772

4.6 Charakterystyka systemu grzewczego

Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
Typ instalacji	Tradycyjna , pompowa, dwururowa
Parametry instalacji	75/55°C



Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
Przewody w instalacji	Stalowe
Rodzaje grzejników	Żeliwne członowe, GŻ
Ośłonięcie grzejników	Nie
Zawory termostacyjne	Tak, częściowo nieczynne, w części brak głowic termostacyjnych
Zabezpieczenie	Naczynie wzbiorcze zamknięte i zawór bezpieczeństwa
Odpowietrzenie	Automatyczne odpowietrzniki
Liczba dni ogrzewania w tygodniu/liczba godzin na dobę	7/24
Modernizacja instalacji po 1984 r.	2006 r. – montaż zaworów termostacyjnych, montaż automatycznych odpowietrzników

Istniejącą instalację można scharakteryzować współczynnikami sprawności przedstawionymi w tabeli poniżej.

L.p.	Opis	Wartości współczynników sprawności	
1	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,91
2	Przesyłanie ciepła	η_d	0,90
3	Regulacja i wykorzystanie	η_e	0,83
4	Akumulacja ciepła	η_s	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g * \eta_d * \eta_e * \eta_s =$	η_{tot}	0,676
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:

sprawność wytwarzania ciepła η_g	Węzeł ciepłowniczy kompaktowy bez obudowy, o mocy do 100 kW
sprawność przesyłu η_d	Poziomy zaizolowane - izolacja fragmentaryczna, pionowy bez izolacji, poziomy prowadzone w przestrzeni ogrzewanej.
sprawność regulacji i wykorzystania η_e	Ogrzewanie wodne, regulacja centralna i miejscowa (P-2K) w 50% budynku
sprawność akumulacji η_s	Brak zbiornika buforowego

Poniżej przedstawiono obliczenie średniego współczynnika regulacji i wykorzystania η_{He} :

Opis	Udział	Wartość
Regulacja centralna, brak miejscowej	50%	0,77
Regulacja centralna i miejscowa	50%	0,88
Średnio stan istniejący	100%	0,825

4.7 Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
Typ instalacji	Brak instalacji centralnej, miejscowy podgrzew
Źródło ciepła	Przepływowe podgrzewacze elektryczne

Istniejącą instalację można scharakteryzować współczynnikami sprawności przedstawionymi w tabeli poniżej.

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

Opis przyjętych rozwiązań i składowych współczynników sprawności:

sprawność wytwarzania ciepła η_{gw}	Elektryczny podgrzewacz przepływowy
sprawność przesyłu η_{dw}	Miejscowe podgrzewanie wody
sprawność akumulacji η_{sw}	Brak zasobnika

4.8 Charakterystyka węzła cieplnego

Źródłem ciepła dla budynku na cele c.o. jest jednofunkcyjny węzeł ciepłowniczy usytuowany w przyziemiu. Węzeł wyposażony jest w automatykę i regulację pogodową.

4.9 Charakterystyka systemu wentylacji

Typ wentylacji: grawitacyjna. 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 ¹⁾
	U ₀ [W/m ² K]	U _{max} [W/m ² K]
Ściana zewnętrzna	0,780	0,20
Ściana zewnętrzna, cokół	1,435	0,20
Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,781	0,20
Podłoga w piwnicy	0,436	0,30
Stropodach	1,364	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 (nadziemnych oraz przy gruncie) i stropodachu. Z uwagi na niewystarczającą wysokość pustki powietrznej stropodachu, proponuje się wykonać ocieplenie poprzez położenie izolacji termicznej na połaci dachowej. Istniejące otwory wentylujące pustkę powietrzną w ścianie kolankowej należy uszczelnić i wykonać wentylację poprzez kominki w połaci dachu (tak, aby uzyskać przestrzeń powietrzną słabo wentylowaną).

W audycie, na żądanie Inwestora, wykonano optymalizację ocieplenia podłogi na gruncie, pomimo że jest to usprawnienie nieuzasadnione ekonomicznie (duży koszt przy niewielkim efekcie energetycznym). Dla ww. usprawnienia obliczenie SPBT przedstawiono w rozdziale 7.

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 ² K]	U _{max} ¹⁾ [W/m ² K]
Drzwi zewnętrzne w ramie AL	2,0	1,3
Drzwi zewnętrzne stalowe	5,6	1,3
Luxfery	5,0	0,9
Okna w ramie PCV	1,2	0,9

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

W budynku znajdują się okna w ramach PCV (montaż w 2014 r.), na klatce schodowej - luxfery. Drzwi zewnętrzne główne są w ramie AL. (montaż 2011 r.), boczne – stalowe szklone pojedynczo.

W audycie zostanie rozpatrzona wymiana luxferów na nowe okna oraz wymiana drzwi zewnętrznych w ramach stalowych.

W audycie, na żądanie Inwestora, wykonano optymalizację wymiany okien w ramach PCV i drzwi zewnętrznych w ramie AL, pomimo że są to usprawnienia nieuzasadnione ekonomicznie (duży koszt przy niewielkim efekcie energetycznym). Dla ww. usprawnień obliczenie SPBT przedstawiono w rozdziale 7.

5.3 Wentylacja

W większości pomieszczeń funkcjonuje wentylacja grawitacyjna w postaci pionowych kominów murowanych wyprowadzonych ponad dach. Stan techniczny kominów zadowalający. Z uwagi na montaż szczelnych okien, w okresie zimowym wentylacja niewystarczająca.

W audycie, proponuje się montaż nawiewników w istniejące okna w ramach PCV.

5.4 Źródło ciepła

Źródłem ciepła dla budynku na cele c.o. jest jednofunkcyjny węzeł ciepłowniczy usytuowany w przyziemiu budynku. Węzeł wyposażony jest w automatykę i regulację pogodową. Stan techniczny węzła jest niedostateczny: występują przecieki, korozja. Zegar sterujący jest przestarzały. W audycie proponuje się modernizację węzła (wymianę wszystkich urządzeń i armatury) z zastosowaniem systemu zarządzania energią.

5.5 Instalacja ciepłej wody użytkowej

W budynku brak instalacji ciepłej wody użytkowej, woda jest podgrzewana miejscowo w przepływowych podgrzewaczach elektrycznych. Z uwagi na niewielkie zużycie ciepłej wody, w audycie nie proponuje się prac modernizacyjnych.

5.6 Instalacja centralnego ogrzewania

Istniejąca instalacja jest w niezadawalającym stanie technicznym: występują ogniska korozji, grzejniki są zanieczyszczone. Istniejące zawory termostatyczne w części pomieszczeń nie spełniają swojego zadania.

W audycie proponuje się wymianę instalacji c.o. obejmującą:

- demontaż istniejącej instalacji,



- wymianę grzejników,
- wymianę przewodów,
- zaizolowanie poziomów,
- wymianę zaworów termostacyjnych,
- montaż zaworów równoważących podpionowych,
- wymianę automatycznych odpowietrzników na końcach pionów,
- regulację hydrauliczną instalacji c.o.

6 ZESTAWIENIE WSKAZANYCH RODZAJÓW ULEPSZEŃ ORAZ PRZEDSIĘWZIĘĆ WYKONANYCH ZGODNIE Z ALGORYTMEM OCENY OPŁACALNOŚCI I PODDANYCH OPTYMALIZACJI

Lp.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez ściany zewnętrzne kondygnacji nadziemnych	Ocieplenie ścian – metoda bezspoinowa (styropian)
2	j.w. przez ściany zewnętrzne nadziemne piwnic, cokół	Ocieplenie ścian – metoda bezspoinowa (styropian)
3	j.w. przez ściany zewnętrzne przy gruncie	Ocieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie – odsłonięcie ścian, wykonanie izolacji przeciwwilgociowej i termicznej (styropian ekstrudowany), zasypianie gruntem.
4	j.w. przez stropodach	Ocieplenie stropodachu – położenie na istniejącym dachu izolacji termicznej (styropianu) oraz wykonanie nowego pokrycia dachowego.
5	j.w. przez podłogę na gruncie	Ocieplenie podłogi na gruncie – skucie istniejących posadzek, położenie izolacji termicznej (styropian ekstrudowany), wykonanie nowej posadzki.
6	j.w. przez luxfery	Wymiana luxferów na nowe okna o niskim całkowitym współczynniku przenikania ciepła U
7	j.w. przez okna w ramach PCV	Wymiana okien na nowe o niskim całkowitym współczynniku przenikania ciepła U wraz z montażem nawiewników okiennych.
8	Zmniejszenie strat ciepła na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Montaż nawiewników okiennych w istniejących oknach w ramach PCV
9	j.w. przez drzwi zewnętrzne w ramach stalowych	Wymiana drzwi zewnętrznych na nowe o niskim całkowitym współczynniku przenikania ciepła U.
10	j.w. przez drzwi zewnętrzne w ramach AL	Wymiana drzwi zewnętrznych na nowe o niskim całkowitym współczynniku przenikania ciepła U.
11	Podwyższenie sprawności systemu grzewczego	Wymiana instalacji c.o. z modernizacją źródła ciepła

7 DOKUMENTACJA WYKONANIA KOLEJNYCH KROKÓW OPTIMALIZACYJNYCH ALGORYTMU OCENY OPŁACALNOŚCI PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO I WYBÓR OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO WRAZ Z KOSZTORYSAMI SPORZĄDZONYMI WG METODY KALKULACJI UPROSZCZONEJ

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

- Wskazanie rodzajów ulepszeń termomodernizacyjnych mających na celu zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne, na ogrzanie powietrza wentylacyjnego oraz na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (jeżeli dotyczy),
- Wybór optymalnych ulepszeń i wariantów termomodernizacyjnych spośród rodzajów ulepszeń określonych we wcześniejszych punktach.
- Zestawienie wybranych ulepszeń i wariantów termomodernizacyjnych w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT), charakteryzującego każde usprawnienie.
- Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność cieplną systemu grzewczego (jeżeli dotyczy).
- Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego spełniającego wymagania ustawy.

7.1 Dane do obliczeń

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Symbol	Jednostka	Wartości
t_{w0}	$^{\circ}\text{C}$	20
$t_{w0\ 16}$	$^{\circ}\text{C}$	16
t_{z0}	$^{\circ}\text{C}$	-22
Sd_{20}	dzień* K/a	4 036
Sd_{16}	dzień* K/a	3 108
Centralne ogrzewanie		
O_{z0}	zł/GJ	46,91
O_{m0}	zł/MW/m-c	7 137,63
Ab_0	zł/m-c	0,00
Ciepła woda użytkowa		
O_{z0}	zł/GJ	151,12
O_{m0}	zł/MW/m-c	0,00
Ab_0	zł/m-c	0,00

- 1) Temperaturę $+20^{\circ}\text{C}$ przyjęto dla pomieszczeń biurowych i socjalnych.
- 2) Temperaturę $+16^{\circ}\text{C}$ przyjęto dla archiwów, magazynów oraz pomieszczeń technicznych.



Ceny wg PE Siedlce Sp. z o.o. oraz PGE S.A. z VAT, z dnia sporządzenia audytu. Wyliczenie opłat w załączniku nr 9.1.

Budynek potraktowano jako jedną strefę o średniej temperaturze wewnętrznej oraz średniej ilości stopniodni. Obliczenia przedstawiono w poniższej tabeli.

Opis	Jednostki	Strefa 20°C	Strefa 16°C
t_w	°C	20	16
Sd	dzień*K/a	4 036	3 108
Powierzchnia strefy	m ²	794	179
Udział procentowy	%	81,60	18,40
t_w średnie	°C	19,3	
Sd średnie	dzień*K/a	3 865	

7.2 Usprawnienie dotyczące ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych

Rozpatruje się dalsze ocieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych warstwą izolacji (styropianu) metodą bezspoinową o grubościach 11, 13, 15 i 17 cm. Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny wg kalkulacji uproszczonej.

Powierzchnia do obliczeń: $P_0 = 546,0 \text{ m}^2$ (wartość netto – po odjęciu powierzchni okien i drzwi, bez uwzględnienia gliców)							
Powierzchnia do ocieplenia: $P_1 = 601,0 \text{ m}^2$							
Dod. izolacja: $\lambda = 0,040 \text{ W} / \text{m} \cdot \text{K}$ (materiał izolacyjny: styropian)							
Lp.	Opis	Jednostki	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g	m		0,11	0,13	0,15	0,17
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² *K)/W		2,75	3,25	3,75	4,25
3	Opór cieplny R	(m ² *K)/W	1,282	4,032	4,532	5,032	5,532
4	U_0, U_1	W/m ² *K	0,78	0,248	0,221	0,199	0,181
5	Q_{0U}, Q_{1U}	GJ/a	142,2	45,2	40,2	36,2	33,0
6	q_{0U}, q_{1U}	MW	0,017	0,0053	0,0047	0,0043	0,0039
7	Roczna oszczędność kosztów ΔO_{ru}	zł/a		5 527	5 811	6 039	6 226
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		240,0	260,0	280,0	300,0
9	Koszt realizacji usprawnienia NU	zł		144 240	156 260	168 280	180 300
10	SPBT=NU/ ΔO_{ru}	lata		26,10	26,89	27,87	28,96
Wybrany wariant: 3			Koszt: 168 280 zł	SPBT= 27,9 lat			



Rozwiązaniem spełniającym jednocześnie warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia wg „Rozporządzenia dotyczącego audytu termomodernizacyjnego” na minimalny czas zwrotu ($SPBT_{min}$) oraz warunek wg Warunków Technicznych (obowiązujących od 2021 r.) na maksymalny współczynnik przenikania ciepła $U_{max} = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ jest wariant nr 3 polegający na ociepleniu ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych warstwą izolacji (styropianu) o grubości 15 cm.

7.3 Usprawnienie dotyczące ścian zewnętrznych nadziemnych piwnic - cokołu

Rozpatruje się ocieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych piwnic - cokołu warstwą izolacji (styropianu) metodą bezspoinową o grubościach 14, 16, 18 i 20 cm. Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny wg kalkulacji uproszczonej.

Powierzchnia do obliczeń: $P_0 = 116,5 \text{ m}^2$		(wartość netto – po odjęciu powierzchni okien i drzwi, bez uwzględnienia gliców)				
Powierzchnia do ocieplenia: $P_1 = 128,0 \text{ m}^2$						
Dod. izolacja: $\lambda = 0,040 \text{ W} / \text{m} \cdot \text{K}$ (materiał izolacyjny: styropian)						
Lp.	Omówienie	Stan istniejący	Warianty			
			1	2	3	4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g	m	0,14	0,16	0,18	0,20
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$	3,50	4,00	4,50	5,00
3	Opór cieplny R	$(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$	0,697	4,197	4,697	5,197
4	U_0, U_1	$\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$	1,435	0,238	0,213	0,192
5	Q_{0U}, Q_{1U}	GJ/a	55,8	9,3	8,3	7,5
6	q_{0U}, q_{1U}	MW	0,007	0,0011	0,0010	0,0009
7	Roczna oszczędność kosztów ΔOru	zł/a	2 652	2 708	2 754	2 791
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²	240,0	260,0	280,0	300,0
9	Koszt realizacji usprawnienia NU	zł	30 720	33 280	35 840	38 400
10	$SPBT = \text{NU} / \Delta \text{Oru}$	lata	11,58	12,29	13,01	13,76
Wybrany wariant: 3		Koszt: 35 840 zł	SPBT= 13,0 lat			

Rozwiązaniem spełniającym jednocześnie warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia wg „Rozporządzenia dotyczącego audytu termomodernizacyjnego” na minimalny czas zwrotu ($SPBT_{min}$) oraz warunek wg Warunków Technicznych (obowiązujących od 2021 r.) na maksymalny współczynnik przenikania ciepła $U_{max} = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ jest wariant nr 3 polegający na ociepleniu ścian zewnętrznych nadziemnych piwnic - cokołu warstwą izolacji (styropianu) o grubości 18 cm.

7.4 Usprawnienie dotyczące ścian zewnętrznych przy gruncie

Rozpatruje się ocieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie warstwą izolacji (styropianu ekstrudowanego) o grubościach 10, 12, 14 i 16 cm. Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny wg kalkulacji uproszczonej.

Powierzchnia do obliczeń: $P_0 = 95,7 \text{ m}^2$						
Powierzchnia do ocieplenia: $P_1 = 100,0 \text{ m}^2$						
Dod. izolacja: $\lambda = 0,035 \text{ W} / \text{m} \cdot \text{K}$ (materiał izolacyjny: styropian ekstrudowany)						
Lp.	Omówienie	Stan istniejący	Warianty			
			1	2	3	4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g	m	0,10	0,12	0,14	0,16
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$(\text{m}^2 \cdot \text{K}) / \text{W}$	2,86	3,43	4,00	4,57
3	Opór cieplny R	$(\text{m}^2 \cdot \text{K}) / \text{W}$	1,280	4,137	4,709	5,280
4	U_0, U_1	$\text{W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$	0,781	0,242	0,212	0,189
5	Q_{0U}, Q_{1U}	GJ/a	24,9	7,7	6,8	6,1
6	q_{0U}, q_{1U}	MW	0,003	0,0009	0,0008	0,0007
7	Roczna oszczędność kosztów ΔOru	zł/a	982	1 035	1 077	1 111
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²	390,0	420,0	450,0	480,0
9	Koszt realizacji usprawnienia NU	zł	39 000	42 000	45 000	48 000
10	$\text{SPBT} = \text{NU} / \Delta \text{Oru}$	lata	39,71	40,58	41,78	43,20
Wybrany wariant: 3		Koszt: 45 000 zł	SPBT= 41,3 lat			

Rozwiązaniem spełniającym jednocześnie warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia wg „Rozporządzenia dotyczącego audytu termomodernizacyjnego” na minimalny czas zwrotu (SPBT_{min}) oraz warunek wg Warunków Technicznych (obowiązujących od 2021 r.) na maksymalny współczynnik przenikania ciepła $U_{\text{max}} = 0,20 \text{ W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$ jest wariant nr 3 polegający na ociepleniu ścian zewnętrznych przy gruncie warstwą izolacji (styropianu ekstrudowanego) o grubości 14 cm.

7.5 Usprawnienie dotyczące stropodachu

Rozpatruje się ocieplenie stropodachu poprzez położenie na istniejącej konstrukcji dachów izolacji termicznej (styropianu lub wełny mineralnej) o grubościach 19, 22, 25 i 28 cm oraz wykonanie nowego pokrycia dachowego. Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych (wraz z podmurowaniem kominów, aby uzyskać wymaganą przepisami minimalną wysokość otworów wylotowych nad poziomem kalenicy, po wykonaniu ułożenia warstwy izolacji termicznej), z podatkiem VAT, ceny wg kalkulacji uproszczonej. Z uwagi na niewystarczającą wysokość pustki powietrznej stropodachu, proponuje się wykonać ocieplenie poprzez położenie izolacji termicznej na połaci dachowej. Istniejące otwory wentylujące pustkę powietrzną na ścianie kolankowej należy uszczelnić i wykonać wentylację poprzez kominki od strony dachu (tak, aby uzyskać przestrzeń powietrzną słabo wentylowaną).

Powierzchnia do obliczeń: $P_0 = 331,4 \text{ m}^2$							
Powierzchnia do ocieplenia: $P_1 = 338,0 \text{ m}^2$							
Dod. izolacja: $\lambda = 0,040 \text{ W} / \text{m} \cdot \text{K}$ (materiał izolacyjny: styropian lub wełna mineralna)							
Lp.	Opis	Jednostka	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g	m		0,19	0,22	0,25	0,28
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$		4,75	5,50	6,25	7,00
3	Opór cieplny R	$(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$	0,733	5,483	6,233	6,983	7,733
4	U_0, U_1	$\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$	1,364	0,182	0,16	0,143	0,129
5	Q_{0U}, Q_{1U}	GJ/a	151,0	20,2	17,8	15,8	14,3
6	q_{0U}, q_{1U}	MW	0,0177	0,00237	0,00209	0,00186	0,00168
7	Roczna oszczędność kosztów ΔOru	zł/a		7 452	7 591	7 699	7 787
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		326,0	338,0	350,0	362,0
9	Koszt realizacji usprawnienia NU	zł		110 188	114 244	118 300	122 356
10	$\text{SPBT} = \text{NU} / \Delta \text{Oru}$	lata		14,79	15,05	15,37	15,71
Wybrany wariant: 3		Koszt: 118 300 zł		SPBT= 15,4 lat			

Rozwiązaniem spełniającym jednocześnie warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia wg „Rozporządzenia dotyczącego audytu termomodernizacyjnego” na minimalny czas zwrotu (SPBT_{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 stropodachu warstwą izolacji (styropianu lub wełny mineralnej) o grubości 25 cm oraz wykonanie nowego pokrycia dachowego wraz z podmurowaniem kominów,



aby uzyskać wymaganą przepisami minimalną wysokość otworów wylotowych po wykonaniu ułożenia warstwy izolacji termicznej.

7.6 Usprawnienie dotyczące podłogi na gruncie

Rozpatruje się ocieplenie podłogi na gruncie warstwą izolacji (styropianu ekstrudowanego) o grubościach 6, 8, 10 i 12 cm. Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny wg kalkulacji uproszczonej.

Powierzchnia do obliczeń: $P_0 = 300,5 \text{ m}^2$						
Powierzchnia do ocieplenia: $P_1 = 285,0 \text{ m}^2$						
Dod. izolacja: $\lambda = 0,035 \text{ W} / \text{m} \cdot \text{K}$ (materiał izolacyjny: styropian ekstrudowany)						
Lp.	Omówienie	Stan istniejący	Warianty			
			1	2	3	4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g	m	0,06	0,08	0,10	0,12
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$(\text{m}^2 \cdot \text{K}) / \text{W}$	1,71	2,29	2,86	3,43
3	Opór cieplny R	$(\text{m}^2 \cdot \text{K}) / \text{W}$	2,294	4,008	4,579	5,151
4	U_0, U_1	$\text{W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$	0,436	0,25	0,218	0,194
5	Q_{0U}, Q_{1U}	GJ/a	43,8	25,0	21,9	19,5
6	q_{0U}, q_{1U}	MW	0,005	0,0029	0,0026	0,0023
7	Roczna oszczędność kosztów ΔOru	zł/a	1 066	1 244	1 383	1 494
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²	440,0	470,0	500,0	530,0
9	Koszt realizacji usprawnienia NU	zł	125 400	133 950	142 500	151 050
10	$\text{SPBT} = \text{NU} / \Delta \text{Oru}$	lata	117,64	107,68	103,04	101,10
Wybrany wariant: -		Koszt: -zł	SPBT= - lat			

Z uwagi na długi czas zwrotu SPBT ww. usprawnienie uznano jako nieuzasadnione ekonomicznie (wg *Rozporządzenia dot. audytów termomodernizacyjnych, par. 3, pkt. 2*) i nie przyjęto do dalszej analizy oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu termomodernizacyjnego.

7.7 Usprawnienie dotyczące luxferów

Rozpatruje się wymianę luxferów na nowe okna o współczynnikach przenikania ciepła U równych 1,1; 0,9 oraz 0,7 W/m²K. Cena No zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny wg kalkulacji uproszczonej.

Powierzchnia okien do wymiany : P = 7,2 m ²						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania okien U	W/m ² *K	5,0	1,1	0,9	0,7
2	Współczynnik Cr		1,0	1,0	1,0	1,0
3	Współczynnik Cm	-	1,0	1,0	1,0	1,0
4	Q ₀ , Q ₁	GJ/a	14,3	4,9	4,4	3,9
5	q ₀ , q ₁	MW	0,0017	0,00057	0,00052	0,00046
6	ΔQ _{rok} + ΔQ _{rw}	zł/rok		533	561	590
7	Jednostkowy koszt wymiany okien	zł/m ²		1 150	1 300	1 450
8	Koszt wymiany okien N _{OK}	zł		8 280	9 360	10 440
9	SPBT	lata		15,53	16,67	17,70
Wybrany wariant: 2		Koszt: 9 360 zł		SPBT= 16,7 lat		

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 = 0,9 W/(m²K) jest wariant nr 2 polegający na wymianie luxferów na nowe okna o współczynniku przenikania ciepła U = 0,9 W/m²K.

7.8 Usprawnienie dotyczące okien w ramach PCV

Rozpatruje się wymianę okien w ramach PCV na nowe o współczynnikach przenikania ciepła U równych 1,1; 0,9 oraz 0,7 W/m^2K wraz z montażem nawiewników okiennych. Cena No zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny wg kalkulacji uproszczonej.

Powierzchnia okien do wymiany : $P = 168,7 m^2$						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istn.	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania okien U	$W/m^2 \cdot K$	1,2	1,1	0,9	0,7
2	Współczynnik C_r		1,0	0,85	0,85	0,85
3	Współczynnik C_m	-	1,0	1,0	1,0	1,0
4	Q_0, Q_1	GJ/a	179,1	156,7	145,5	134,2
5	q_0, q_1	MW	0,0210	0,02038	0,01906	0,01773
6	$\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$	zł/rok		1 107	1 746	2 390
7	Jednostkowy koszt wymiany okien	zł/ m^2		1 150	1 300	1 450
8	Koszt wymiany okien N_{OK}	zł		194 005	219 310	244 615
9	SPBT	lata		175,20	125,59	102,36
Wybrany wariant: -		Koszt: - zł		SPBT= - lat		

Z uwagi na długi czas zwrotu SPBT ww. usprawnienie uznano jako nieuzasadnione ekonomicznie (wg *Rozporządzenia dot. audytów termomodernizacyjnych, par. 3, pkt. 2*) i nie przyjęto do dalszej analizy oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu termomodernizacyjnego.

7.9 Usprawnienie dotyczące wentylacji naturalnej

Rozpatruje się montaż w istniejących oknach w ramach PCV nawiewników okiennych. Cena No zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny wg kalkulacji uproszczonej.

Ilość nawiewników do montażu: 75 szt.				
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istn.	Stan docelowy
1	Nominalny strumień powietrza went.	m^3/h	1 962	1 962
2	Współczynnik C_r		1,0	0,85
3	Współczynnik C_w	-	1,0	1,0
4	Q_0, Q_1	GJ/a	223	190
5	ΔQ_{rw}	zł/rok		1 569
6	Jednostkowy koszt nawiewników	zł/szt.		330
7	Koszt wymiany N_{naw}	zł		24 750
8	SPBT	lata		15,77
			Koszt: 24 750 zł	SPBT= 15,8 lat

7.10 Usprawnienie dotyczące drzwi zewnętrznych w ramach stalowych

Rozpatruje się wymianę drzwi zewnętrznych w ramach stalowych 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 : $P = 3,2 \text{ m}^2$						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania U	$W/m^2 \cdot K$	5,6	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	17,35	12,58	12,37	12,16
5	q_0, q_1	MW	0,00204	0,00152	0,00150	0,00147
6	$\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$	zł/rok		268	280	292
7	Jednostkowy koszt wymiany drzwi	zł/ m^2		2 250	2 500	2 750
8	Koszt wymiany okien N_{DZ}	zł		7 200	8 000	8 800
9	SPBT	lata		26,87	28,56	30,16
Wybrany wariant: 2		Koszt: 8 000 zł		SPBT= 28,6 lat		

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 $U = 1,3 \text{ W}/(m^2K)$ jest wariant nr 2 polegający na wymianie drzwi zewnętrznych w ramach stalowych na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ W}/m^2K$.

7.11 Usprawnienie dotyczące drzwi zewnętrznych w ramach AL

Rozpatruje się wymianę drzwi zewnętrznych w ramach AL 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 : $P = 4,7 m^2$						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania U	W/m^2K	2,0	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	14,5	13,72	13,41	13,09
5	q_0, q_1	MW	0,00170	0,00161	0,00158	0,00154
6	$\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$	$z\$/rok$		44	62	80
7	Jednostkowy koszt wymiany drzwi	$z\$/m^2$		2 250	2 500	2 750
8	Koszt wymiany okien N_{DZ}	$z\%$		10 575	11 750	12 925
9	SPBT	lata		237,80	188,97	160,84
Wybrany wariant: -		Koszt: - $z\%$		SPBT= - lata		

Z uwagi na długi czas zwrotu SPBT ww. usprawnienie uznano jako nieuzasadnione ekonomicznie (wg *Rozporządzenia dot. audytów termomodernizacyjnych, par. 3, pkt. 2*) i nie przyjęto do dalszej analizy oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu termomodernizacyjnego.

7.12 Usprawnienie dotyczące systemu grzewczego

Rozpatruje się możliwość przeprowadzenia prac wyszczególnionych w punkcie 5.4 i 5.6 opracowania. Szacunkowy koszt inwestycyjny kalkulacji uproszczonej (materiały, prace remontowe z podatkiem VAT) wynosi:

Wymiana instalacji c.o.	230 000 $z\%$
Modernizacja węzła cieplnego	60 000 $z\%$
Razem	290 000 $z\%$

W podanej kwocie uwzględniono wymianę instalacji c.o. obejmującą:

- demontaż istniejącej instalacji,
- wymianę grzejników (ok. 110 szt.),

- wymianę przewodów,
- montaż izolacji termicznej na poziomach,
- montaż zaworów termostatycznych,
- montaż zaworów równoważących podpionowych,
- montaż automatycznych odpowietrzników na końcach pionów,
- regulację hydrauliczną instalacji c.o.
- wymianę rurociągów, wymiennika i armatury w węźle,
- wymianę automatyki i tablic elektrycznych w węźle – automatyka ma za zadanie umożliwiać zarządzanie ciepłem w budynku,
- prace poinstalacyjne.

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

L.p.	Rodzaj usprawnienia $\eta_{tot} = \eta_g * \eta_d * \eta_e * \eta_s$	Zmiana wartości współczynników sprawności		
			przed	po
1	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,91	0,98
2	Przesyłanie ciepła	η_d	0,90	0,96
3	Regulacja i wykorzystanie	η_e	0,83	0,88
4	Akumulacja ciepła	η_s	1,00	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g * \eta_d * \eta_e * \eta_s =$	η_{tot}	0,676	0,828
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	w_t	1,00	1,00
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	w_d	1,00	1,00

Opis przyjętych rozwiązań i składowych współczynników sprawności:

Opis	Stan istniejący	Stan po modernizacji
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{H,g}$	Węzeł ciepłowniczy kompaktowy bez obudowy, o mocy do 100 kW	Węzeł ciepłowniczy kompaktowy z obudową, o mocy do 100 kW
sprawność przesyłu $\eta_{H,d}$	Poziomy zaizolowane - izolacja fragmentaryczna, piony bez izolacji, poziomy prowadzone w przestrzeni ogrzewanej.	Przewody zaizolowane, poziomy prowadzone w przestrzeni ogrzewanej.
sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_{H,e}$	Ogrzewanie wodne, regulacja centralna i miejscowa (P-2K) w 50% budynku	Ogrzewanie wodne, regulacja centralna i miejscowa, P-2K
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	Brak zbiornika buforowego	Bez zmian

Efekt finansowy dla tego przedsięwzięcia określono w następujący sposób:

		Stan istniejący	Stan po modernizacji systemu grzewczego
Rodzaj systemu zasilania		MSC	MSC
Moc obliczeniowa na CO	MW	0,0950	0,0950
Zapotrzebowanie na ciepło na CO	GJ/rok	347	347
Ogólna sprawność systemu	-	0,676	0,828
Obniżenie nocne	-	1,00	1,00
Obniżenie tygodniowe	-	1,00	1,00
Zapotrzebowanie na ciepło na CO po uwzględnieniu sprawności	GJ/rok	513	419
Roczna opłata zmienna	zł/rok	24 066	19 656
Roczna opłata stała	zł/rok	8 137	8 137
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	0	0
Łączny koszt CO	zł/rok	32 203	27 793

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

Efekt ekonomiczny	4 410 zł/rok
Koszt modernizacji	290 000 zł
SPBT	65,76 lat

7.13 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. z modernizacją węzła cieplnego*	290 000	65,8
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych piwnic, cokół	35 840	13,0
3	Ocieplenie stropodachu	118 300	15,4
4	Montaż nawiewników okiennych w istniejące oknach w ramach PCV	24 750	15,8
5	Wymiana luxferów na nowe okna	9 360	16,7
6	Ocieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych	168 280	27,9
7	Wymiana drzwi zewnętrznych w ramach stalowych	8 000	28,6
8	Ocieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie	45 000	41,8

*) Usprawnienie dotyczące instalacji CO rozpatrywane jest jako pierwsze niezależnie od wielkości SPBT.



7.14 Określenie wariantów termomodernizacji budynku

Przyporządkowuje się każdemu z usprawnień numer zgodny z pozycją w powyższej tabeli tj. od (1) „Wymiana instalacji c.o. z modernizacją węzła cieplnego” do (8) – „Ocieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie”.

Określenie wariantów termomodernizacji budynku:

Wariant	Usprawnienia
I	1+2+3+4+5+6+7+8
II	1+2+3+4+5+6+7
III	1+2+3+4+5+6
IV	1+2+3+4+5
V	1+2+3+4
VI	1+2+3
VII	1+2
VIII	1

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

Wariant	Moc CO ¹⁾	Moc CWU ²⁾	Zapotrz CO ³⁾	Zapotrz CO ⁴⁾	Zapotrz CWU ²⁾	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	0,0561	0,0102	136	164	17	349	12 499	2 569	15 068	19 704
II	0,0572	0,0102	146	176	17	337	13 156	2 569	15 725	19 047
III	0,0578	0,0102	150	181	17	332	13 442	2 569	16 011	18 761
IV	0,0708	0,0102	216	261	17	252	18 308	2 569	20 877	13 895
V	0,0720	0,0102	220	266	17	247	18 646	2 569	21 215	13 557
VI	0,0720	0,0102	243	293	17	220	19 912	2 569	22 481	12 291
VII	0,0891	0,0102	316	382	17	131	25 552	2 569	28 121	6 651
VIII	0,0950	0,0102	347	419	17	94	27 793	2 569	30 362	4 410
Stan istn.	0,0950	0,0102	347	513	17		32 203	2 569	34 772	

- 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	η_g	η_d	η_e	η_s	w_t	w_d	η_{tot}
I - VIII	0,98	0,96	0,88	1,00	1,00	1,00	0,828
Stan istniejący	0,91	0,90	0,83	1,00	1,00	1,00	0,676

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



7.16 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
1	2	3	4	5	6		7		8	9	10	11
I	Wymiana instalacji c.o. z modernizacją węzła cieplnego Ocieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych piwnic, cokół Ocieplenie stropodachu Montaż nawiewników okiennych w oknach w ramach PCV Wymiana luxferów na nowe okna Ocieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych Wymiana drzwi zewnętrznych w ramach stalowych Ocieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie	699 530	19 704	65,8	0,0	0	100,0	699 530	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy
II	Wymiana instalacji c.o. z modernizacją węzła cieplnego Ocieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych piwnic, cokół Ocieplenie stropodachu Montaż nawiewników okiennych w oknach w ramach PCV Wymiana luxferów na nowe okna Ocieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych Wymiana drzwi zewnętrznych w ramach stalowych	654 530	19 047	63,6	0,0	0	100,0	654 530	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy
III	Wymiana instalacji c.o. z modernizacją węzła cieplnego Ocieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych piwnic, cokół Ocieplenie stropodachu Montaż nawiewników okiennych w oknach w ramach PCV Wymiana luxferów na nowe okna Ocieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych	646 530	18 761	62,6	0,0	0	100,0	646 530	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy



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
1	2	3	4	5	6		7		8	9	10	11
IV	Wymiana instalacji c.o. z modernizacją węzła ciepłego Ocieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych piwnic, cokół Ocieplenie stropodachu Montaż nawiewników okiennych w oknach w ramach PCV Wymiana luxferów na nowe okna	478 250	13 895	47,5	0,0	0	100,0	478 250	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy
V	Wymiana instalacji c.o. z modernizacją węzła ciepłego Ocieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych piwnic, cokół Ocieplenie stropodachu Montaż nawiewników okiennych w oknach w ramach PCV	468 890	13 557	46,6	0,0	0	100,0	468 890	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy
VI	Wymiana instalacji c.o. z modernizacją węzła ciepłego Ocieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych piwnic, cokół Ocieplenie stropodachu	444 140	12 291	41,5	0,0	0	100,0	444 140	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy
VII	Wymiana instalacji c.o. z modernizacją węzła ciepłego Ocieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych piwnic, cokół	325 840	6 651	24,7	0,0	0	100,0	325 840	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy
VIII	Wymiana instalacji c.o. z modernizacją węzła ciepłego	290 000	4 410	17,7	0,0	0	100,0	290 000	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy

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



7.17 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. z modernizacją węzła cieplnego
- ocieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych piwnic, cokół
- ocieplenie stropodachu
- montaż nawiewników okiennych w oknach w ramach PCV
- wymiana luxferów na nowe okna
- ocieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych
- wymiana drzwi zewnętrznych w ramach stalowych
- ocieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie.

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.



8 OPIS TECHNICZNY, NIEZBĘDNE SZKICE I PRZEDMIAR ROBÓT OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO PRZEWIDZIANEGO DO REALIZACJI

8.1 Opis techniczny

Ocieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych

Ściany zewnętrzne kondygnacji nadziemnych proponuje się ocieplić styropianem (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,040 \text{ W}/(\text{m}^*\text{K})$), o grubości 15 cm. Przed ociepleniem należy sprawdzić stan wilgotnościowy ścian zewnętrznych oraz stanu zamocowania istniejących warstw styropianu. W przypadku stwierdzenia zawilgocenia należy dokonać osuszenia i likwidacji zagrzybienia.

Ocieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych piwnic, cokołu

Ściany zewnętrzne nadziemnych piwnic, cokołu proponuje się ocieplić styropianem (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,040 \text{ W}/(\text{m}^*\text{K})$), o grubości 18 cm. Przed ociepleniem należy sprawdzić stan wilgotnościowy ścian zewnętrznych. W przypadku stwierdzenia zawilgocenia należy dokonać osuszenia i likwidacji zagrzybienia.

Ocieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie

Ściany zewnętrzne przy gruncie proponuje się ocieplić styropianem ekstrudowanym (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035 \text{ W}/(\text{m}^*\text{K})$), o grubości 14 cm. Przed ociepleniem należy sprawdzić stan wilgotnościowy ścian zewnętrznych, a w przypadku stwierdzenia zawilgocenia dokonać osuszenia i likwidacji zagrzybienia. Wraz z izolacją termiczną należy wykonać izolację przeciwwilgociową.

Ocieplenie stropodachu

Proponuje się ocieplenie stropodachu warstwą izolacji (styropianu; o współczynniku przewodzenia ciepła nie większym niż $\lambda = 0,040 \text{ W}/(\text{m} \text{ K})$) o grubości nie mniejszej niż 25 cm oraz wykonanie nowego pokrycia dachowego i podmurowanie kominów, aby uzyskać wymaganą przepisami minimalną wysokość otworów wylotowych nad poziom kalenicy, po ułożeniu warstwy izolacji termicznej. Z uwagi na niewystarczającą wysokość pustki powietrznej stropodachu, proponuje się wykonać ocieplenie poprzez położenie izolacji termicznej na pości dachowej. Istniejące otwory wentylujące pustkę powietrzną na ścianie kolankowej należy uszczelnić i wykonać wentylację poprzez kominki od strony dachu (tak, aby uzyskać przestrzeń powietrzną słabo wentylowaną).

Wymiana luxferów

Proponuje się wymianę luxferów na nowe okna, o współczynniku $U = 0,9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Montaż nawiewników okiennych w oknach w ramach PCV

Proponuje się wykonać montaż nawiewników okiennych w istniejących oknach w ramach PCV.

Wymiana drzwi zewnętrznych w ramach stalowych

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

Wymiana instalacji c.o.

W audycie proponuje się wymianę instalacji c.o. Uwzględniono następujące konieczne prace:

- wymianę grzejników (ok. 110 szt.),
- wymianę przewodów,
- montaż izolacji termicznej na poziomach,
- montaż zaworów termostatycznych,
- montaż zaworów równoważących podpionowych,
- montaż automatycznych odpowietrzników na końcach pionów,
- regulację hydrauliczną instalacji c.o.
- prace poinstalacyjne.

Modernizacja węzła

W audycie proponuje się modernizację. Uwzględniono następujące konieczne prace:

- wymianę rurociągów, wymiennika i armatury w węźle,
- wymianę automatyki i tablic elektrycznych w węźle – automatyka ma za zadanie umożliwić zarządzanie ciepłem w budynku,
- prace poinstalacyjne.

8.2 Niezbędne szkice

Nie dotyczy.



8.3 Uproszczony przedmiar robót optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Opis	Obmiar	Cena jedn.	Koszt całkowity brutto
		m ²	zł/m ²	zł
1	Ocieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych	601,0	280,00	168 280
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych piwnic, cokół	128,0	280,00	35 840
3	Ocieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie	100,0	450,00	45 000
4	Ocieplenie stropodachu	338,0	350,00	118 300
5	Montaż nawiewników okiennych w oknach w ramach PCV	75	330,00	24 750
6	Wymiana luxferów na nowe okna	7,2	1 300,00	9 360
7	Wymiana drzwi zewnętrznych w ramach stalowych	3,2	2 500,00	8 000
8	Wymiana instalacji c.o. z modernizacją węzła cieplnego	-	-	290 000
			SUMA	699 530

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

- stan istniejący
- stan docelowy dla wariantu I

9.5 Rysunki



9.1. Wyliczenie jednostkowych opłat za zużycie ciepła

Opłaty za zużycie ciepła wg PE Siedlce Sp. z o.o.

Założenia: taryfa P1

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata stała za moc zamówioną	zł/(MW-m-c)	4 199,85	5 165,82
Przesył	zł/(MW-m-c)	1 603,10	1 971,81
Razem opłata stała	zł/(MW-m-c)	5 802,95	7 137,63
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	29,86	36,73
Przesył	zł/GJ	8,28	10,18
Razem opłata zmienna	zł/GJ	38,14	46,91
Abonament	zł/(pkt. pomiarowy m-c)	0	0

Opłaty za zużycie energii elektrycznej

Założenia:

Zasilenie istniejących podgrzewaczy ciepłej wody użytkowej wg taryfy C11

Koszt 1 kWh, z VAT

0,5440 zł/kWh

Koszt 1 GJ ciepła

151,12 zł/GJ

9.2. Obliczenie zapotrzebowania na ciepło na podgrzanie wody.

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

Charakterystyka systemu	Jednostka	Stan istniejący = docelowy
(1)	(2)	(3)
ciepło właściwe wody c_w	kJ/kg*deg	4,19
gęstość wody ρ	kg/m ³	1 000
jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_w	l/m2/doba	0,35
jed.odniesienia - pow. A_f	m ²	973,0
temperatura wody ciepłej θ_{CW}	°C	55
temperatura wody zimnej θ_0	°C	10
współczynnik korekcyjny. k_R	-	0,7
liczba dni w roku t_R	doba	365
roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd}=V_{cw} \cdot A_f \cdot c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw}-\theta_0) \cdot k_R \cdot t_{uz} / (1000 \cdot 3600)$	kWh/rok	4 557



roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd} = V_{cw} \cdot A_f \cdot c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) \cdot k_R \cdot t_{uz} / (1000 \cdot 3600)$	kWh/rok	4 557
sprawność wytwarzania ciepła η_{gw}	-	0,99
sprawność przesyłu ciepłej wody η_{dw}	-	1,00
sprawność akumulacji η_{sw}	-	1,00
sprawność sezonowa wykorzystania	-	1,00
sprawność całkowita $\eta_{tot,w}$	-	0,990
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,W}$	kWh/a	4 603
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,W}$	GJ/a	17

Opis przyjętych rozwiązań i składowych współczynników sprawności:

sprawność wytwarzania ciepła η_{gw}	Elektryczne podgrzewacze przepływowe
sprawność przesyłu ciepłej wody η_{dw}	Miejscowe podgrzewanie wody
sprawność akumulacji η_{sw}	Brak zasobnika

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

Opis	Jednostka	Stan istniejący = docelowy
(1)	(2)	(3)
Ilość użytkowników	os.	50
Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody dla obliczeń wg PN-92/B-01706 V_w	l/os	70
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\acute{s}r} = (L \cdot V_{cw}) / (h \cdot 1000)$,	m ³ /h	0,194
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 \cdot L^{-0,244}$	-	3,588
Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max} = V_{h\acute{s}r} \cdot c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) \cdot N_h / 3600$	kW	36,5
Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{\acute{s}r} = q_{cwu}^{max} / N_h$	kW	10,2

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

9.3.1. Minimalna wartość strumienia powietrza wentylacyjnego, wentylacja grawitacyjna				
- wg Rozporządzenia dot. świadectw energetycznych				
<i>pomieszczenie</i>	<i>powierzchnia m²</i>	<i>wskaźnik w m³/s/m²</i>	<i>Łączne zap. powietrza w m³/h</i>	
Typ budynku - biurowy	973	0,00056	1 962	
			Razem	1 962
			Kubatura wentylowana	2 822 m ³
			Krotność wymiany powietrza wentylacyjnego	0,70 h ⁻¹
- Wg normy PN-EN-12831				
<i>pomieszczenie</i>	<i>kubatura m³</i>	<i>n_{min} wg. normy w 1/h</i>	<i>Łączne zap. powietrza w m³/h</i>	
Biura	1 693	1,0	1 693	
Pozostałe pomieszczenia ogrzewane	1 129	0,5	564	
			ŁĄCZNIE V_o	2 257
			Razem	2 822 m ³
			krotność wymiany powietrza wentylacyjnego	0,80 h ⁻¹
9.3.2. Strumień powietrza wentylacyjnego przyjęty do obliczeń z uwzględnieniem współczynników korekcyjnych				
Do obliczeń przyjęto wartość strumienia powietrza wentylacyjnego większą z powyżej obliczonych.				
Współczynniki korekcyjne				
	c_r	c_w	c_m	
Stan istniejący	1,0	1,0	1,0	
Stan docelowy	0,85	1,0	1,0	
Wartość strumienia powietrza wentylacyjnego przyjęta do obliczenia sezonowego zużycia ciepła [GJ/rok]				
		Stan istniejący	Stan docelowy	
	c_r * c_w * V_o, m³/h	1 962	1 668	
Wartość strumienia powietrza wentylacyjnego przyjęta do obliczenia obciążenia ciepła [kW]				
		Stan istniejący	Stan docelowy	
	c_m * V_o, m³/h	2 257	2 257	

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyt energetyczny - stan istniejący	
	Urząd Celny w Siedlcach	
Miejscowość:	Siedlce	
Adres:	ul. Brzeska 102	
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:	IV	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-22	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	6,9	°C
Stacja meteorologiczna:	Siedlce	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	973,0	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	2821,7	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	63291	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	31698	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	94989	W
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	2257,4	m ³ /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-22,0	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Siedlce	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	1962,0	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	346,83	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	96343	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	973	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	2821,7	m ³

Wyniki - Zestawienie przegród

Symbol	Opis	U	A
		W/m ² ·K	m ²
DZ-2	Drzwi zewnętrzne stalowe	5,600	3,15
DZ-1	Drzwi zewnętrzne w ramie AL	2,000	4,73
OK-1	Okna w ramie PCV	1,200	168,67
LUX	Luxfery	5,000	7,20
PDGR-1	Podłoga w piwnicy	0,436	300,49
STRD	Stropodach	1,364	333,35
SZ-2	Ściana zewnętrzna, cokół	1,435	116,45
SZ-1	Ściana zewnętrzna	0,780	545,97
SZ-GR	Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,781	111,57

Wyniki - Zestawienie pomieszczeń

Symbol	Opis	$\theta_{int,H}$	A	A_u	V	Φ_{HL}
		°C	m ²	m ²	m ³	W
1	Pomieszczenia biurowe	19,3	955,60	955,60	2771,2	93863
2	Pomieszczenie z klimatyzacją	19,3	17,40	17,40	50,5	1127

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyt energetyczny - wariant 1	
	Urząd Celny w Siedlcach	
Miejscowość:	Siedlce	
Adres:	ul. Brzeska 102	
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:	IV	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-22	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	6,9	°C
Stacja meteorologiczna:	Siedlce	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	973,0	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	2821,7	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	24405	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	31698	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	56103	W
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	2257,4	m ³ /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-22,0	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Siedlce	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	1671,2	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	135,68	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	37688	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	973	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	2821,7	m ³

Wyniki - Zestawienie przegród

Symbol	Opis	U	A
		W/m ² ·K	m ²
DZ-2	Drzwi zewnętrzne stalowe	1,300	3,15
DZ-1	Drzwi zewnętrzne w ramie AL	2,000	4,73
OK-1	Okna w ramie PCV	1,200	168,67
LUX	Luxfery	0,900	7,20
PDGR-1	Podłoga w piwnicy	0,436	300,49
STRD	Stropodach	0,143	346,35
SZ-2	Ściana zewnętrzna, cokół	0,192	116,45
SZ-1	Ściana zewnętrzna	0,199	545,97
SZ-GR	Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,159	111,57

Wyniki - Zestawienie pomieszczeń

Symbol	Opis	$\theta_{int,H}$	A	A_u	V	Φ_{HL}
		°C	m ²	m ²	m ³	W
1	Pomieszczenia biurowe	19,3	955,60	955,60	2771,2	55384
2	Pomieszczenie z klimatyzacją	19,3	17,40	17,40	50,5	719



Elewacja północno - zachodnia



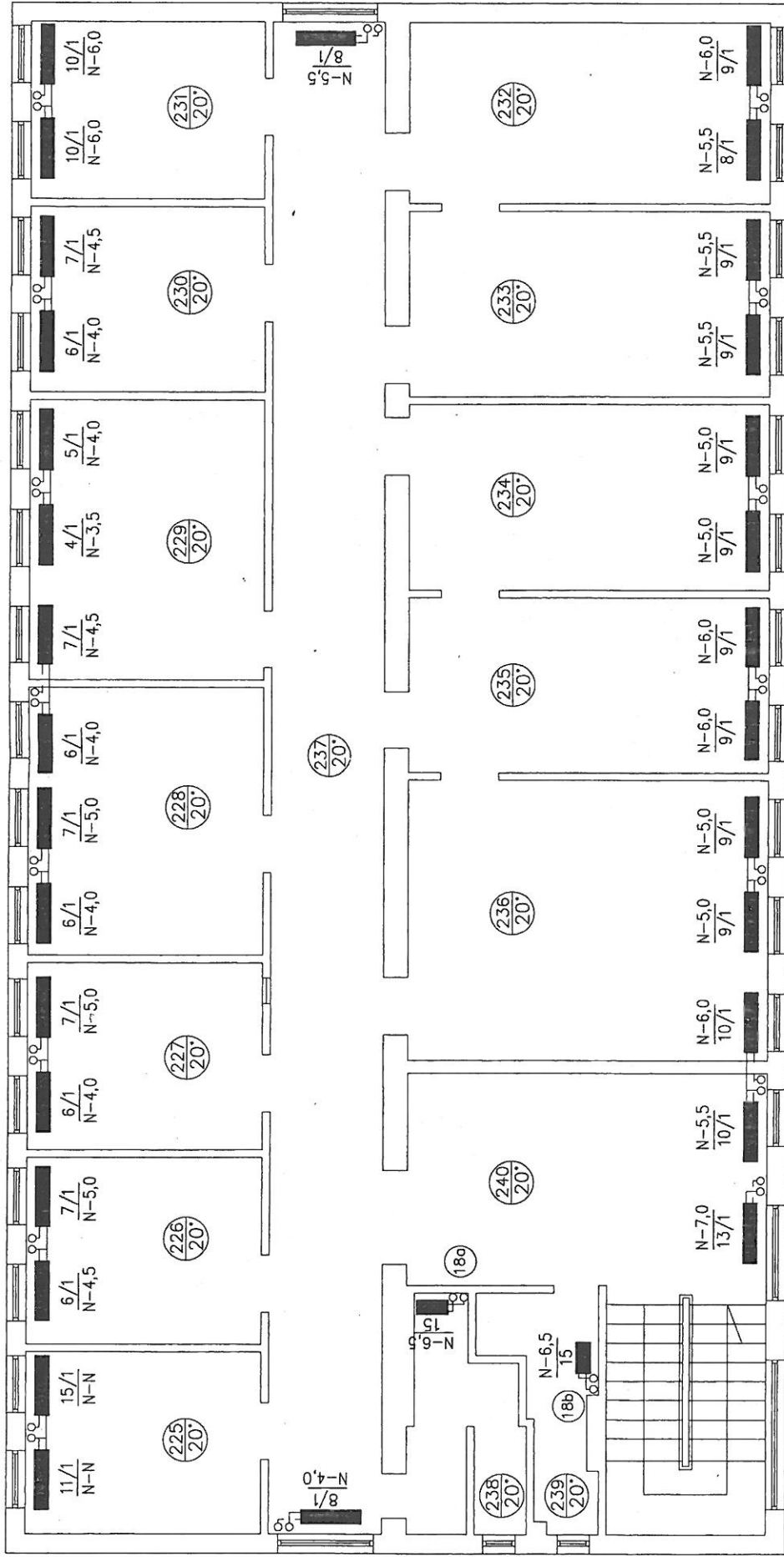
Elewacja południowo - zachodnia



Elewacja południowo - wschodnia

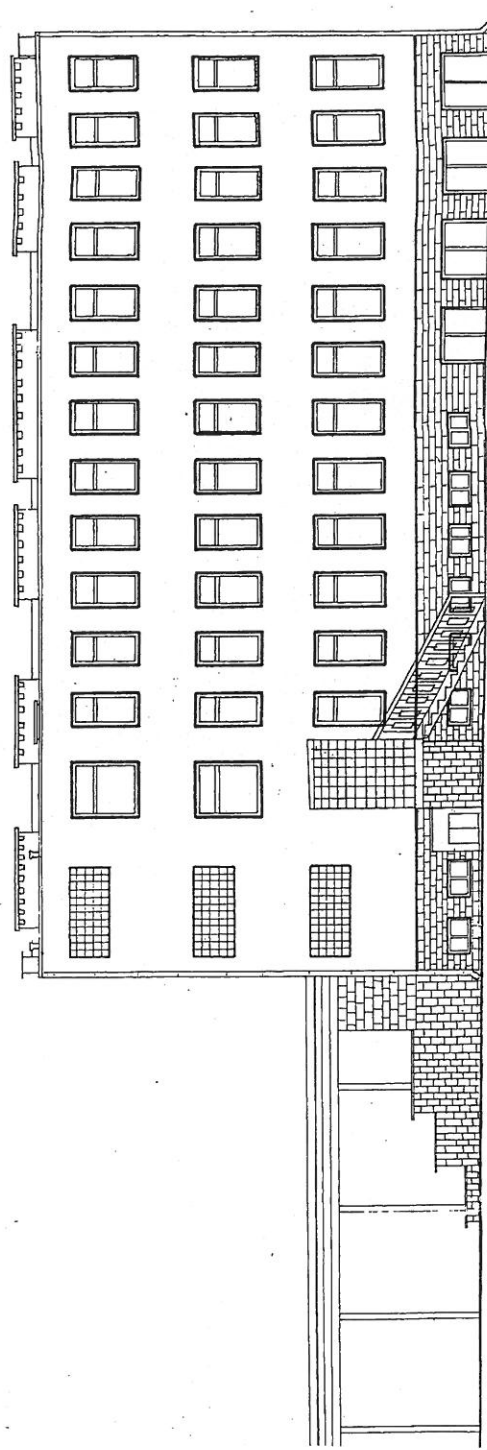


Elewacja północno - wschodnia



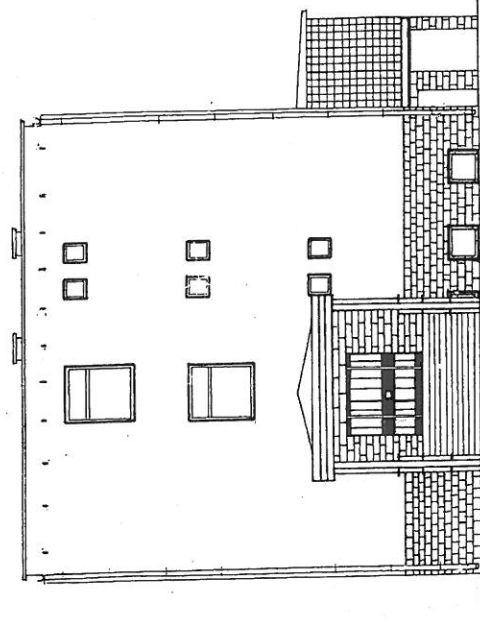
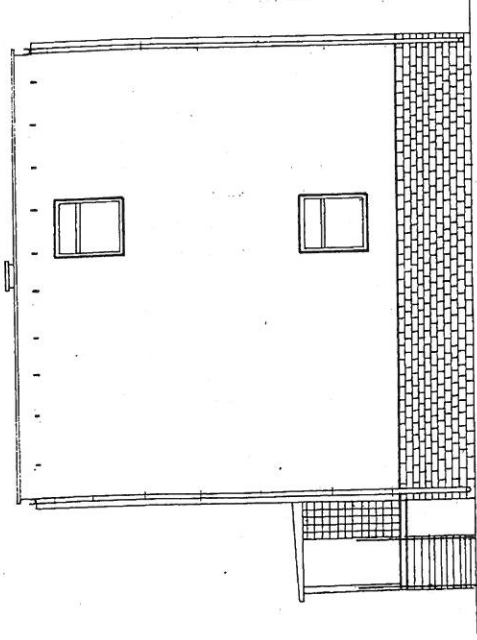
Rzut budynku Skala 1:100

ELEWACJA ZACHODNIO - PÓŁNOCNA



ELEWACJA

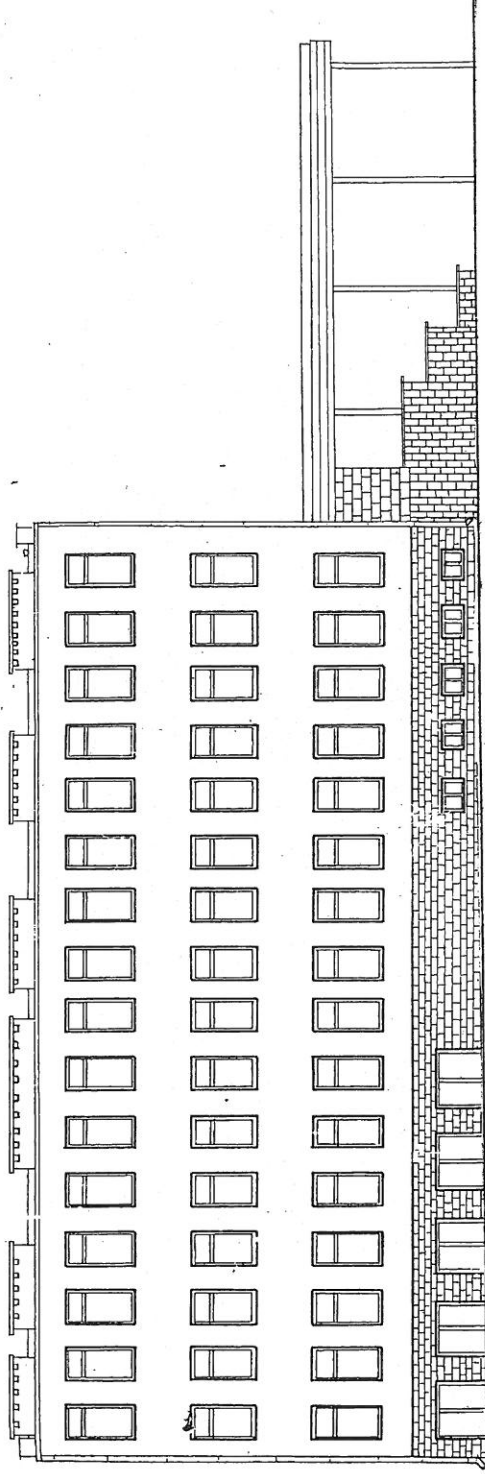
POŁUDNIOWO - ZACHODNIA



ELEWACJA

PÓŁNOCNO - WSCHODNIA

ELEWACJA WSCHODNIO - POŁUDNIOWA



Skala 1:200