



AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

Wydział Matematyki i Informatyki Uniwersytetu Łódzkiego

Adres budynku	ulica: Stefana Banacha 22 kod: 90-238 miejsowość Łódź powiat: M. Łódź województwo: łódzkie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : Piotr Szewczyk tytuł zawodowy: mgr inż. nr opracowania 03/07/2024

TABELA 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU			
1.1 Rodzaj budynku	Użyteczności publicznej	1.2. Rok budowy	brak danych
1.3. Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL*) (* w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości)	Uniwersytet Łódzki ul. Narutowicza 68 kod 90-136 Łódź tel. fax.	1.4. Adres budynku ul. Stefana Banacha 22 kod 90-238 Łódź powiat skierniewicki woj. łódzkie	
2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt Regionalna Agencja Poszanowania Energii Sp. z o.o. REGON: 367253337 NIP 725-220-01-04 ul. Pomorska 77, 90-224 Łódź			
3. Imię i nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis mgr inż. Piotr Szewczyk, 90-224 Łódź, ul. Pomorska 77 KAPE 0098 tel. 604154040 <p style="text-align: right;"><i>podpis</i></p>			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac,			
<i>Lp.</i>	<i>Imię i nazwisko</i>	<i>Zakres udziału w opracowaniu audytu</i>	
1	mgr inż. Agata Kaczmarek	Inwentaryzacja budynku, obliczenia OZC	
2			
3			
4			
5. Miejscowość	Łódź	Data wykonania opracowania	05.07.2024
6. Spis treści			
1. Strona tytułowa			
2. Karta audytu energetycznego			
3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budowlanego budynku			
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku			
5. Ocena stanu technicznego budynku			
6. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego			
7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
8. Opis wariantu optymalnego			

TABELA 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji	
1.	Konstrukcja/technologia budynku	żelbetowa prefabrykowana	bez zmian	
2.	Liczba kondygnacji	1; 3; 5	bez zmian	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	24 770	bez zmian	
4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m ²]	7 880	bez zmian	
5.	Powierzchnia użytkowa służąca celom mieszkalnym i wykonywaniu zadań publicznych przez organy administracji publicznej [m ²]	0	bez zmian	
6.	Wskaźnik udziału powierzchni (poz. 5) / (poz. 4) [%]	0,0%	bez zmian	
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	bez zmian	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	350	bez zmian	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	centralne przygotowanie w węźle ciepły, instalacja cyrkulacyjna	bez zmian	
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	węzeł ciepły wymiennikowy instalacja grzejnikowa	bez zmian	
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,42	bez zmian	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	bez zmian	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane ^{I)} [W/(m²K)]				
1.	Ściany zewnętrzne	nadziemie	0,779; 1,072	0,196; 0,183
		piwnice	0,622	0,147
2.	Dach / stropodach / strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	0,629; 0,163	0,148; 0,163	
3.	Strop nad piwnicą	2,650	2,650	
4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	0,344	0,344	
5.	Okna, drzwi balkonowe	2,00; 1,60	2,00; 1,60	
6.	Drzwi zewnętrzne / bramy	2,00; 1,60; 5,00	2,00; 1,60; 1,30	
7.	Inne	-	-	
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu ^{II)}				
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,95	0,95	
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,92	0,96	
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,88; 0,77	0,88	
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	0,95	
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia [-]	0,92	0,92	
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]	0,95	0,95	
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej ^{III)}				
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,91	0,91	
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,60	0,60	
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	1,00	1,00	
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00	
5. Charakterystyka systemu wentylacji ^{IV)}				
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna	naturalna	
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanały	bez zmian	
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h]	17 129	17 129	
4.	Krotność wymian powietrza [l/h]	0,69	0,69	
6. Charakterystyka energetyczna budynku				
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego ^{V)} [kW]	508,0	408,2	
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania cwu ^{VI)} [kW]	10,8	10,8	
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) ^{V)} [GJ/rok]	2178	1547	

4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	2 538,3	1773,9
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania cwu ^{VI)} [GJ/rok]	365,2	365,2
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie cwu (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	76,8	54,5
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	89,5	62,5
10. ¹⁾	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00	0,00
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu) ^{VII)}			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku ²⁾ [zł/GJ]	112,4	294,2
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ³⁾ [zł/(MW m-c)]	16 814	
3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej ²⁾ [zł/m ³]	15,52	15,52
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc ³⁾ [zł/(MW m-c)]		
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)]	2,61	1,82
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00
7.	Inne - np.. opłata za 1 GJ za podgrzanie wody użytkowej [zł/GJ]	294,17	294,17
8.1 Wskaźniki dla optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
1.	EK – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową ^{VIII)} [kWh/ (m ² rok)]	102,4	75,4
2.	EP – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną ^{VIII)} [kWh/(m ² rok)]	105,9	84,4
3.	Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię [%]	26,33%	
4.	Zmniejszenie zapotrzebowania na energię [GJ/rok]	764	
5.	Średnioroczna oszczędność energii finalnej [toe/rok]	18,26	
6.	Uniknięta emisja CO ₂ ^{VIII)} [t CO ₂ /rok]	71,47	
7.	Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok]	74 800	
8.	Moc instalacji OZE w ramach termomodernizacji ⁴⁾ [kW]	0,00	
8.2. Charakterystyka ekonomiczna przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
		netto	brutto
1.	Koszty całkowite przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, bez kosztów, o których mowa w wierszu 2 ^{IX)} [zł]	1 366 851,00	1 681 227,00
2.	Koszty zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii ⁴⁾ [zł]	0,00	0,00
3.	Udział kosztów (brutto) zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii w łącznych kosztach (brutto) przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz zakupu, montażu, budowy lub modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii ⁴⁾ [%]	0,00%	
4.	Czy inwestorowi przyznano grant OZE: TAK/NIE ⁵⁾		
5.	Premia termomodernizacyjna ^{6) *)} [zł]	437 119,02	
9. Grant termomodernizacyjny			
1.	Maksymalna wartość wskaźnika EP określona zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 7 ust. 2 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane [kWh/(m ² rok)]	95,00	
2.	Przegrody oraz wyposażenie techniczne budynku ODPOWIADAJĄ /NIE ODPOWIADAJĄ ⁷⁾ wymaganiom izolacyjności cieplnej określonym w przepisach wydanych na podstawie art. 7 ust. 2 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane		
3.	Wysokość grantu termomodernizacyjnego ^{8) **)} [zł]	0,00	
10. Premia MZG i grant MZG ⁹⁾			
1.	Przed realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego / W ramach przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ⁷⁾ w budynku spełniony jest warunek, o którym mowa w art. 11h ust. 1 ustawy: TAK/NIE, jeżeli TAK, to: – pkt 1 / – pkt 2 / – pkt 3 ⁷⁾		
2.	Wysokość premii MZG [zł]	-	
3.	Wysokość grantu MZG ^{4) ***)} [zł]	-	
4.	Wysokość premii MZG łącznie z wartością grantu MZG [zł]	-	

11. Inne	
1.	W ramach przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ZOSTANIE / NIE ZOSTANIE ⁷⁾ zastosowana wysokosprawna kogeneracja
2.	Budynek JEST/NIE-JEST ⁷⁾ wpisany do rejestru zabytków lub znajduje się na obszarze wpisanym do rejestru zabytków
3.	Przedsięwzięcie STANOWI/NIE STANOWI ⁷⁾ przedsięwzięcia rewitalizacyjnego, o którym mowa w art. 11g ust. 2 ustawy
4.	Z audytu energetycznego WYNIKA/NIE-WYNIKA ⁷⁾ , że po zrealizowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego elementy budynku poddane temu przedsięwzięciu termomodernizacyjnemu będą spełniać wymagania, o których mowa w art. 5a ust.2 i art. 11g ust. 1 pkt 4 ustawy ¹⁰⁾

- 1) U_{OZE} [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej.
 - 2) Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii
 - 3) Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii
 - 4) Jeśli dotyczy
 - 5) Jeśli dotyczy, w przypadku, gdy inwestorowi nie przyznano grantu OZE.
 - 6) Należy wpisać 0, jeśli inwestorowi została przyznana premia MZG.
 - 7) Niepotrzebne skreślić.
 - 8) Należy wpisać 0, jeśli inwestorowi nie przysługuje premia termomodernizacyjna.
 - 9) Dotyczy inwestora, o którym mowa w art. 11g ust. 1 pkt 1. ustawy
 - 10) Jeżeli z audytu energetycznego wynika, że nie jest możliwe spełnienie tego warunku, to w przypadku budynku, o którym mowa w art. 11g ust. 2 ustawy, audytor załącza do karty audytu energetycznego oświadczenie, które to potwierdza, wraz z uzasadnieniem.
- *) Wysokość premii termomodernizacyjnej wynosi:
- 1) 26% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, w przypadku, o którym mowa w art. 5 ust. 1 ustawy,
 - 2) 31% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, w przypadku, o którym mowa w art. 5 ust. 2a ustawy,
 - 3) 31% łącznych kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz zakupu, montażu, budowy lub modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii, w przypadku, o którym mowa w art. 5 ust. 2b ustawy
- ***) 10% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego netto
- ***) 30% kosztów przedsięwzięcia netto

Objaśnienia nie wymagane we wzorze karty audytu energetycznego budynku podanym w Rozporządzeniu dot. audytów

- I) Obliczenie współczynników przenikania ciepła poszczególnych przegród przed i po termomodernizacji - załącznik 2
- II) Omówienie przyjętych składowych systemu sprawności systemu ogrzewania podano w pkt.7.3
- III) Omówienie przyjętych składowych systemu sprawności systemu przygotowania cwu podano w załączniku nr 5.
- IV) Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego zamieszczono w załączniku nr 3
- V) Zestawienie obliczeniowej mocy cieplnej i zużycie ciepła przed i po termomodernizacji budynku zamieszczone w załączniku 7 (uwaga - przy tym załączniku powinny się znaleźć wydruki z programu komputerowego lub arkusza kalkulacyjnego z pełnymi obliczeniami - nie tylko zestawienie)
- VI) Obliczenie mocy cieplnej i zużycie ciepła na przygotowanie cwu zamieszczone w załączniku 4
- VII) Obliczenie opłat jednostkowych zamieszczone w załączniku 1
- VIII) Obliczenie wskaźników EK i EP oraz emisję CO₂ na ogrzewanie zamieszczone w załączniku 4, na przygotowanie cwu w załączniku 5, a zestawienie wskaźników w załączniku 6
- IX) Obliczenie kosztów netto zamieszczone w pkt. 7.4.2

3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora

3.1. Dokumentacja projektowa:

- Inwentaryzacja budowlana
- Inwentaryzacja fotograficzna.
- Archiwalna dokumentacja projektowa udostępniona przez zamawiającego

3.2. Inne dokumenty

Normy i rozporządzenia:

° Ustawa z dnia 21 listopada 2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów oraz o centralnej ewidencji emisyjności budynków – Dz.U.2022 poz. 438, z późniejszymi zmianami. Dalej zwana Ustawą termomodernizacyjną.

° Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego - Dz.U. 2009 nr 43 poz. 346, z późniejszymi zmianami. Dalej zwane Rozporządzeniem dot. audytów termomodernizacyjnych.

° Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej - Dz.U.2021 poz. 497, z późniejszymi zmianami.

° Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie - Dz.U.2022 poz.1225), wraz z późniejszymi zmianami. Dalej zwane Warunkami Technicznymi.

° Polska Norma PN-EN ISO 6946:2008 „Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń.”

° Polska Norma PN-EN ISO 13370 „Właściwości cieplne budynków – Wymiana ciepła przez grunt – Metody obliczania” .

° Polska Norma 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”.

3.3. Osoby udzielające informacji

- Przedstawiciele inwestora- Krzysztof Michalak

3.4. Data wizji lokalnej

22.06.2024

3.5. Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zleceniodawcy)

- Obniżenie kosztów ogrzewania budynku.
- Wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie termomodernizacyjnej lub innej dostępnej formy dofinansowania.
- W ramach audytu dokonanie oceny efektywności następujących usprawnień:
 - ocieplenie ścian zewnętrznych
 - ocieplenie stropodachu nad łącznikiem i aulą,
 - wymiana/modernizacja stolarki okiennej i drzwiowej
 - modernizacja układu ogrzewania
- W ramach audytu nie będą rozważane następujące usprawnienia:
 - ocieplenie podłóg na gruncie brak dostępu do użytkowanych i zagospodarowanych pomieszczeń,

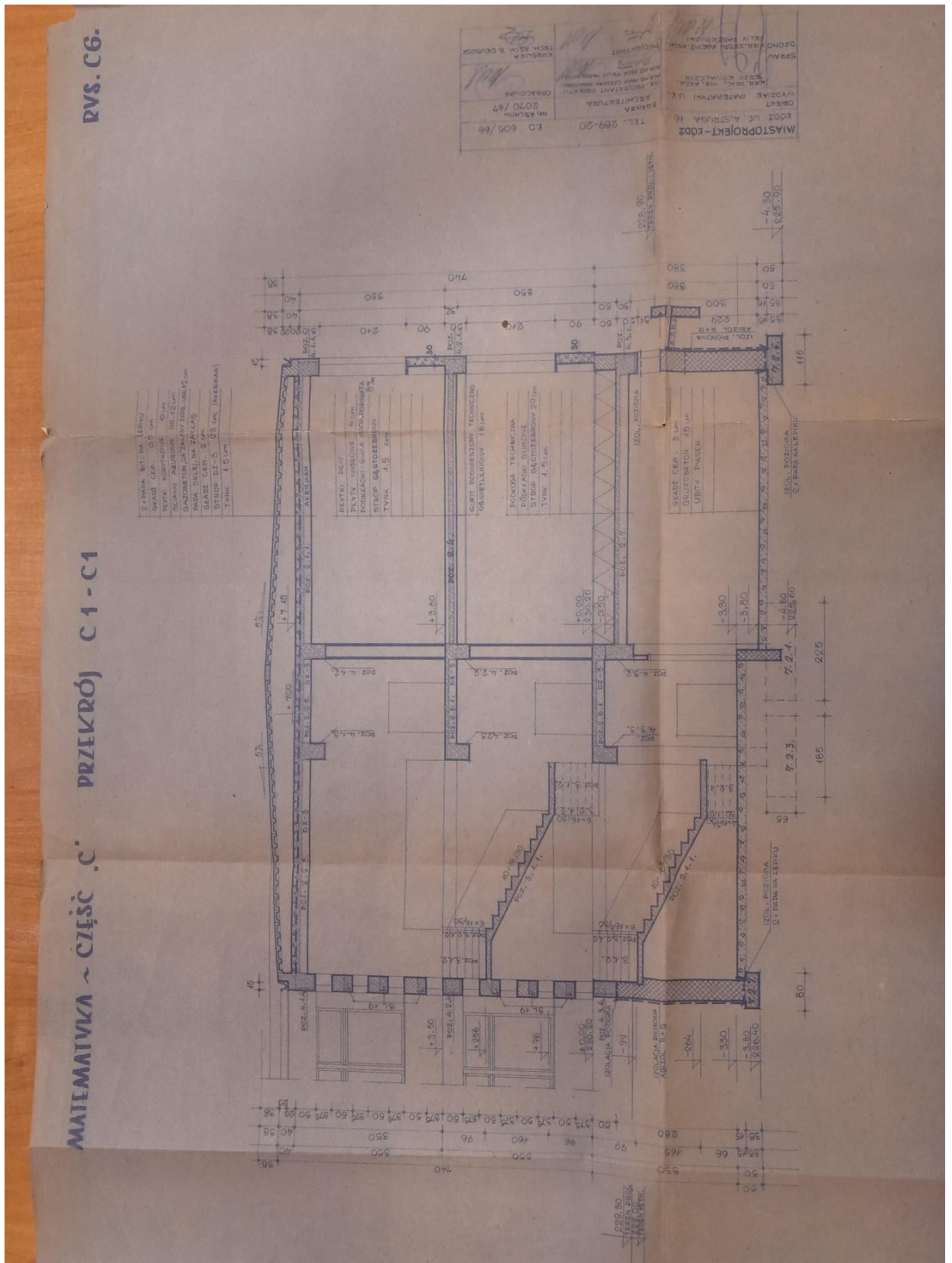
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4a. Ogólne dane o budynku

Własność	prywatna	spółdzielcza	szkoła wyższa	X		
Przeznaczenie budynku	szkolny	mieszk-usługowy	inny	X		
Adres	90-238 Łódź	ul. Stefana Banacha	22			
Budynek	wolnostojący	X	segment w zabudowie szeregowej			
	bliźniak		blok mieszkalny, wielorodzinny			
Rok budowy	brak danych		Rok zasiedlenia	brak danych		
Technologia budynku	UW-2Ż-cegła żerańska		RWB	BSK		
PBU-59	PBU-62	UW 2-J	WUF-62	WUF-T		
W-70	Wk-70	SBM-75	ZSBO	"Stolica"		
szkieletowa	inna, jaka:	Żelbetowa prefabrykowana				
1	Powierzchnia zabudowana	[m ²]	584,00	12	Budynek podpiwniczony	tak
2	Kubatura budynku	[m ³]	37 155,0	13	Liczba klatek schodowych	4
3	Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, szymbów, wind, otwartych wnęk, loggii i galerii	[m ³]	24 770,00	14	Liczba kondygnacji	1; 3; 5
4	Powierzchnia użytkowa budynku	[m ²]	7 880,00			
5	Powierzchnia użytkowa mieszkań	[m ²]	0,00	15	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	3,8; 3,2; 2,5
6	Powierzchnia użytkowa inna	[m ²]	0,00			
7	Powierzchnia korytarzy +klatek schodowych	[m ²]	0,00	16	Liczba mieszkańców/użytkowników	350
8	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym	[m ²]	0,00			
9	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy <small>podać przeznaczenie pomieszczeń</small>	[m ²]	0,00	17	Liczba mieszkań	0
10	Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (usługi, sklepy, itp.)	[m ²]	0,00	18	Liczba mieszkań z WC w łazience	0
11	Powierzchnia ogrzewana budynku [4+5+6+7+8+9+10]	[m ²]	7 880,00	19	Liczba mieszkań z WC osobno	0

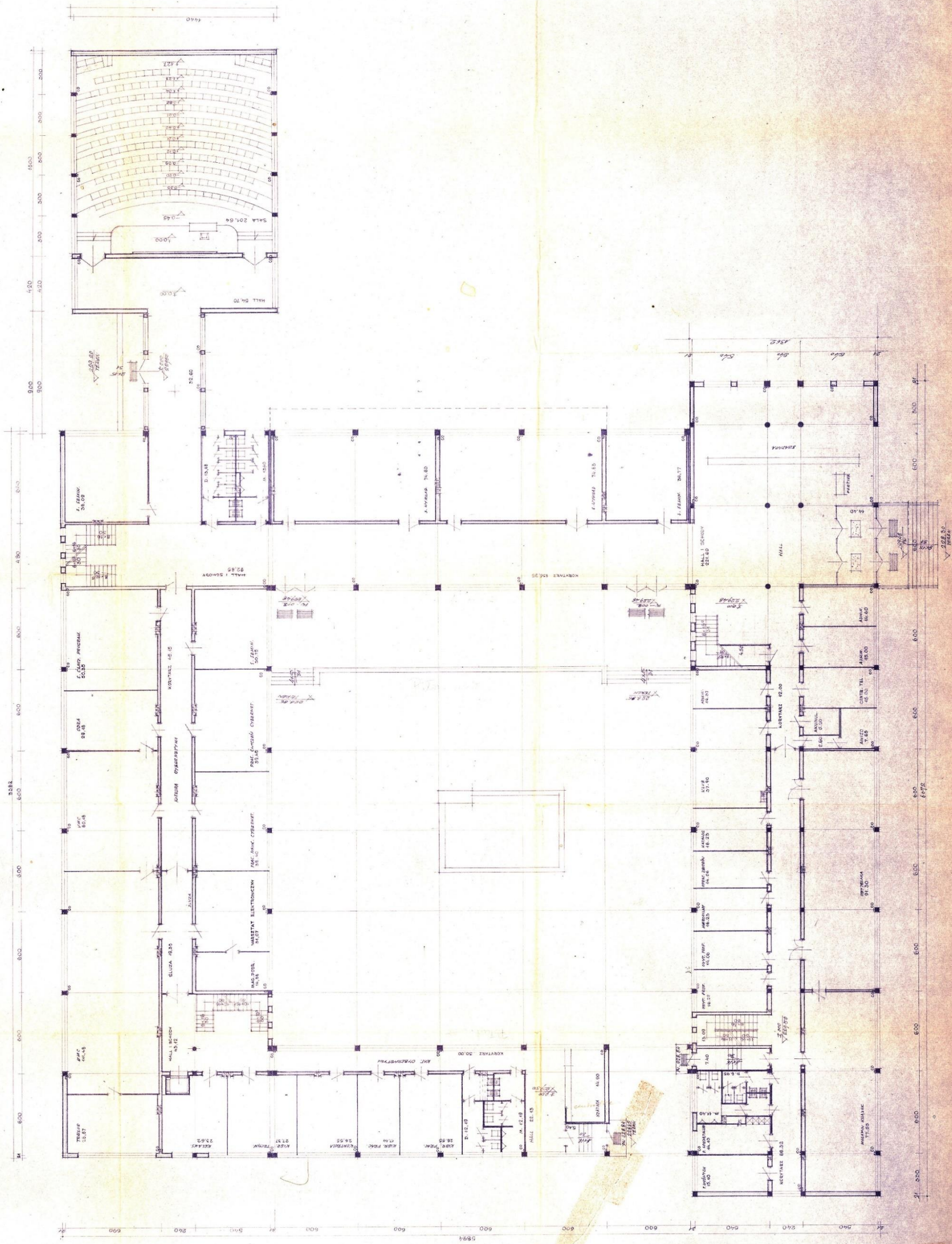
Powierzchnie i kubatury obliczone wg PN-ISO 9836:2022-07 Właściwości użytkowe w budownictwie - Określanie i obliczanie wskaźników powierzchniowych i kubaturowych

4.b. Szkic budynku

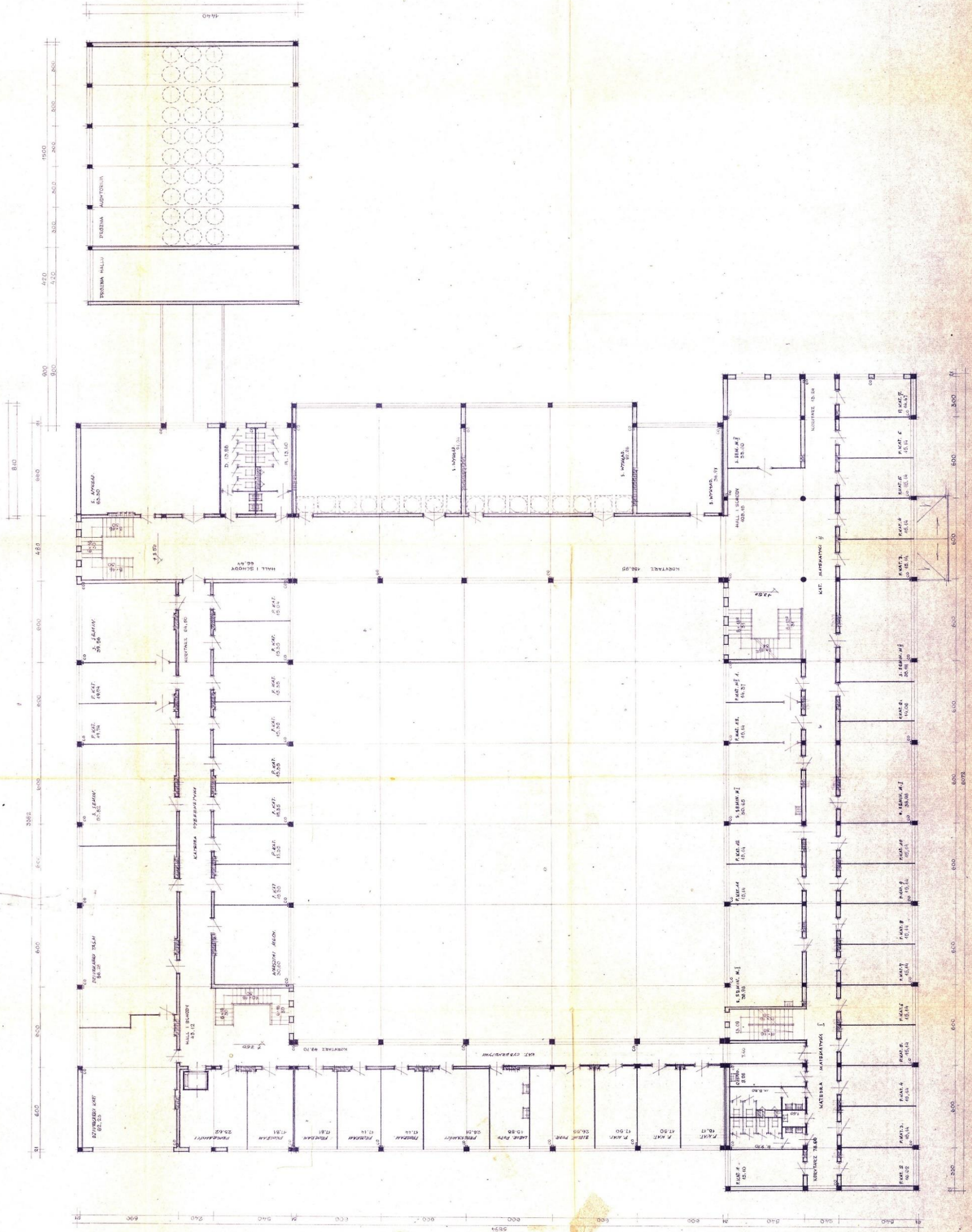




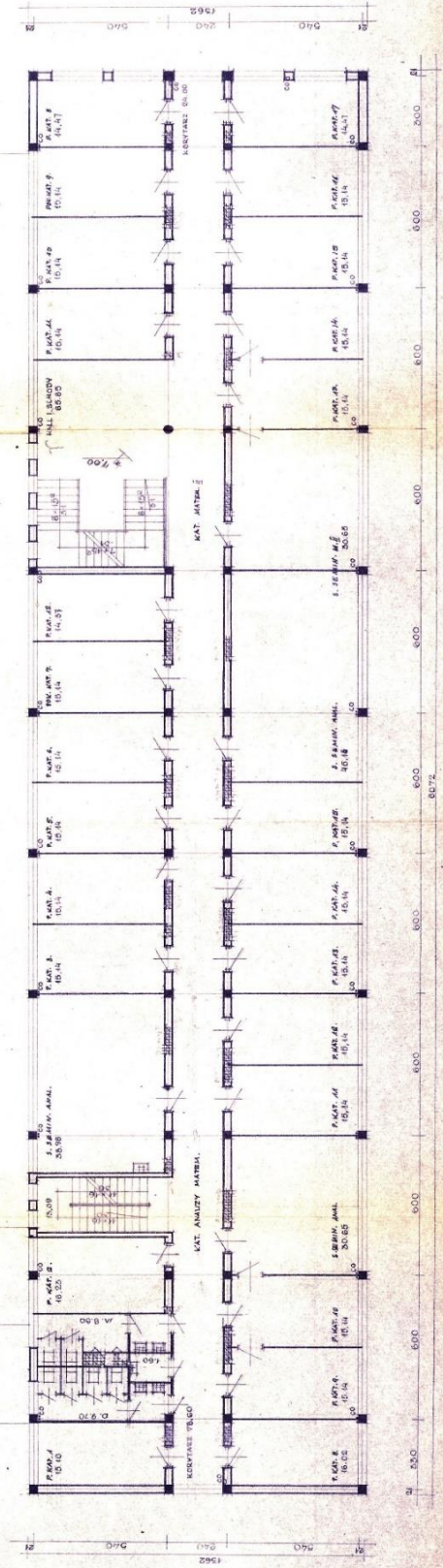
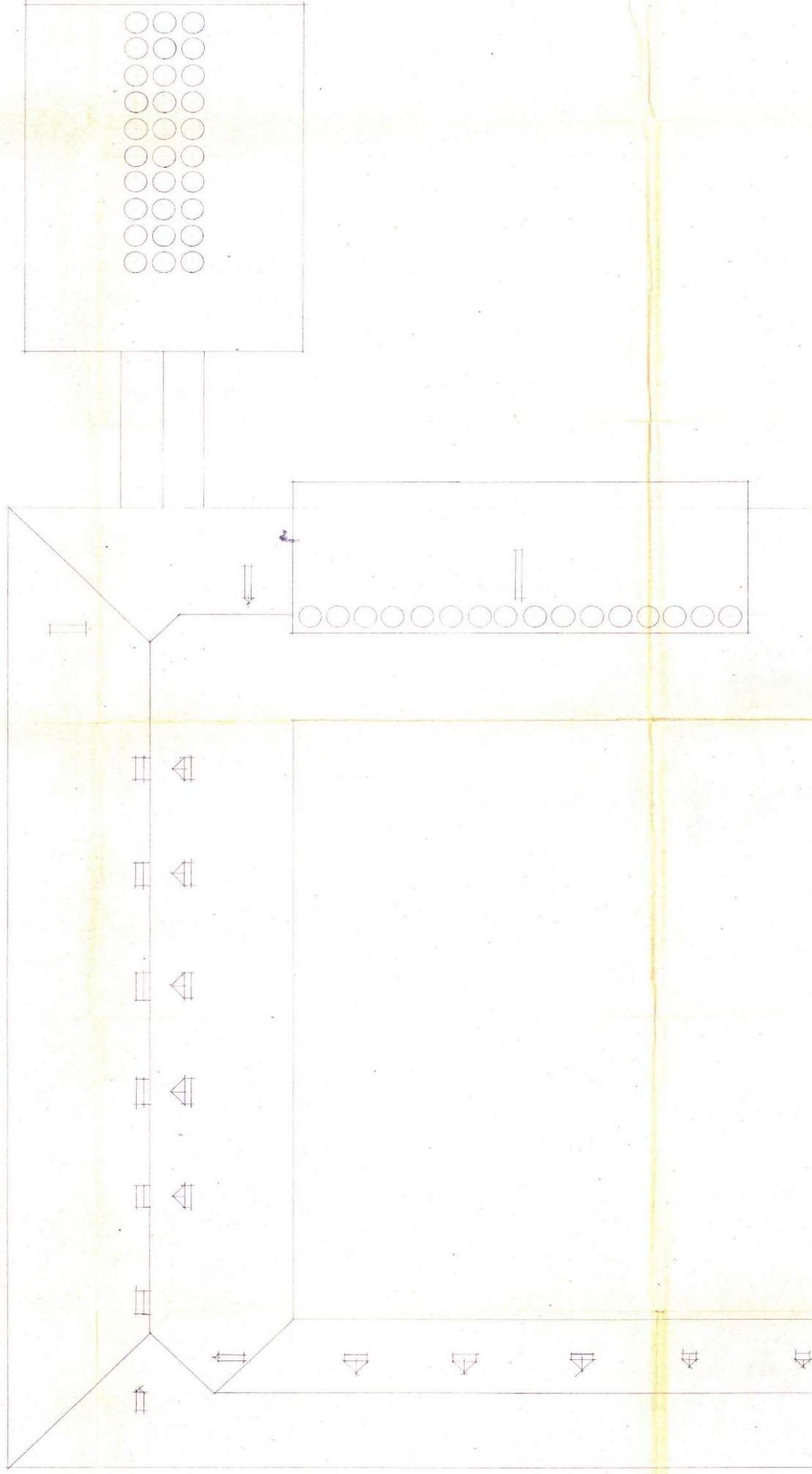
WZDZIAŁ MATEMATYKI ~ PARTER 1:100



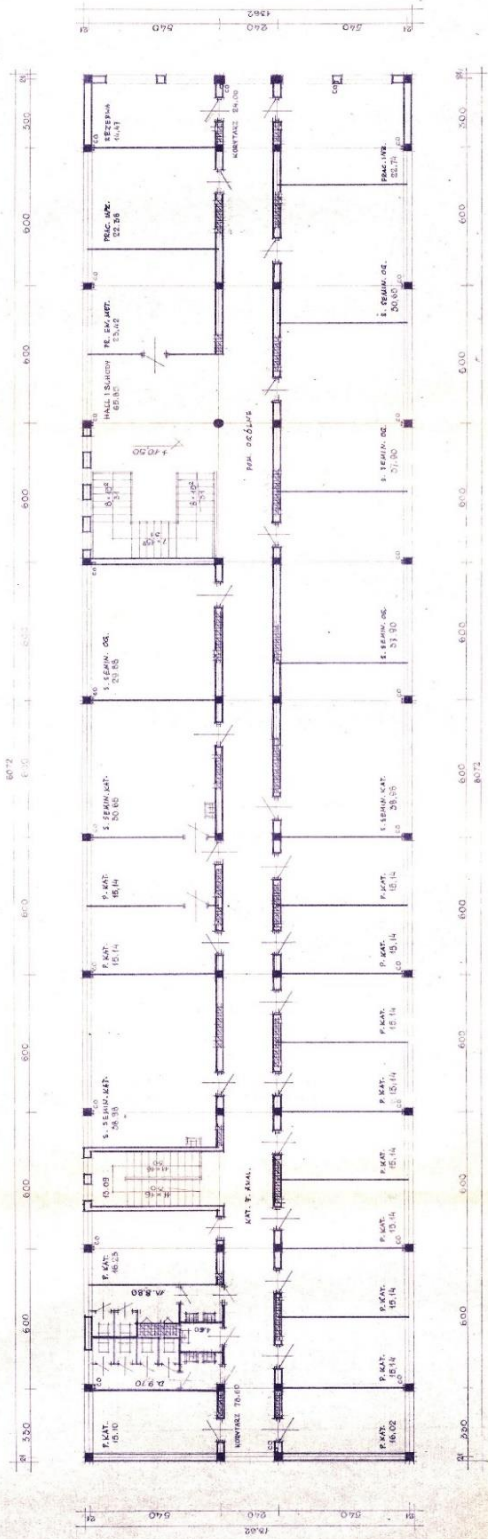
ΒΑΡΥΤΗΤΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ~ 4. ΠΛΗΡΟ 1:100



WYDZIAŁ MATEMATYKI ~ 2. PIĘTRO 4:100



WYDZIAŁ MATEMATYKI ~ 3. PIĘTRO 1:100



4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek o konstrukcji żelbetowej szkieletowej. Buynek częściowo podpiwniczony. W części frontowej pięciokondygnacyjny z wewnętrznym patio. Wypełnienie ścian osłonowych stanowią bloczki betonowe lub mur ceglany. Stropodach niewentylowany nad częścią pięciokondygnacyjną i trzykondygnacyjną. Nad łącznikiem i aulą stropodach pełny. Ocieplenie stropodachu niewentylowanego pierwotnie gruzem gazobetonowym i dodatkowo wykonane ocieplenie z granulowanej wełny mineralnej o gr 20 cm.

Stalarka okienna w większości z profili PCV montowana w 2000 r. szyby zespolone jednokomorowe.

Drzwi wejściowe główne oraz na patio aluminiowe podobnie okna na korytarzu parteru od strony patio. Drzwi w łączniku z profili PCV, do piwnicy i jedne w prześwicie bramowym stalowe ocieplone. Drugie drzwi w prześwicie bramowym (od strony północnej) stalowe szkolne pojedynczo.

Szczegółowe dane o strukturze przegród zamieszczono w załączniku.

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

L.p.	Opis	U	A
		$W/m^2 \cdot K$	m^2
1	Dach 47,4 cm	0,629	333,87
2	Stropodach niewentylowany część niska	0,163	1476,78
3	Stropodach niewentylowany część wysoka	0,163	836,86
4	Drzwi zewnętrzne stalowe izolowane	2,000	28,44
5	Drzwi zewnętrzne nowe	1,600	5,93
6	Drzwi zewnętrzne przeszklone stalowe	5,000	5,94
7	Okno zewnętrzne aluminiowe	2,000	231,35
8	Okno zewnętrzne PCV	1,600	1410,87
9	Strop ciepło do góry 32,1 cm	1,762	6278,86
10	Podłoga na gruncie	0,344	2160,07
11	Ściana wewnętrzna	2,655	77,95
12	Strop zewnętrzny	1,481	48,42
13	Ściana wewnętrzna 14,0 cm	2,132	1763,28
14	Ściana wewnętrzna 27,0 cm	1,495	699,10
15	Ściana wewnętrzna	1,321	3740,37
16	Ściana zewnętrzna	0,779	3052,45
17	Ściana zewnętrzna 50,0 cm	1,072	588,10
18	Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,622	138,30

4.d. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Zamówiona moc cieplna na co	[kW]	-
2.	Zamówiona moc cieplna na cwu (q_{sr})	[kW]	-
3.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na co	[kW]	508,0
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na cwu	[kW]	10,8
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	2 178,16
6.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	2 538,28
7.	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	16 814,16
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ	112,41
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	0,00

4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	Ciepło dostarczane z wymiennikowego, kompaktowego węzła cieplnego bez obudowy. Instalacja grzejnikowa wyposażona częściowo w termostaticzne zawory grzejnikowe
2.	Parametry pracy instalacji	70/50 °C
3.	Przewody w instalacji	stalowe, czarne, spawane, prowadzone po wierzchu. Ogólny stan techniczny instalacji jest zadowalający
4.	Rodzaje grzejników	stalowe płytowe
5.	Ostonięcie grzejników	brak
6.	Zawory termostaticzne	tak na większości grzejników
7.	Zabezpieczenie	Naczynie wzbiorcze przeponowe + zawory bezpieczeństwa membranowe
8.	Odpowietrzenie	Indywidualne na pionach - zawory automatyczne.
9.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu /liczba godzin na dobę	5/18

Wartości współczynników systemu ogrzewania dla stanu sprzed termomodernizacji

Lp.	Opis	Wartość współczynnika	
1	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,95
2	Przesyłanie ciepła	η_d	0,92
3	Regulacja i wykorzystanie	η_e	0,858
4	Akumulacja ciepła	η_s	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g * \eta_d * \eta_c * \eta_s =$	η_{tot}	0,750
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	w_t	0,92
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	w_d	0,95

Uzasadnienie przyjętych współczynników sprawności:

Opis	Wartości dla budynku - stan istniejący
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{H,g}$	węzeł cieplny wymiennikowy kompaktowy bez izolacji
sprawność przesyłu $\eta_{H,d}$	przewody izolowane zły stan izolacji rozprowadzone w ogrzewanych pomieszczeniach
sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_{H,e}$	regulacja centralna i miejscowa, brak części głowic termostaticznych
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	brak zbiornika buforowego
uwzględn. przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	obniżenie temperatury poza godzinami pracy budynku
uwzględn. przerw na ogrzewanie w ciągu tygodnia w_t	obniżenie temperatury w dni wolne



4.f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	Ciepła woda przygotowywana w węźle cieplnym w wymienniku płytowym w układzie bezzasobnikowym.
2.	Piony i ich izolacja	stalowe izolacja stara z wełny mineralnej
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	brak
4.	Zbiornik akumulacyjny	brak

Wartości współczynników systemu przygotowania cwu dla stanu sprzed termomodernizacji

Lp.	Opis	Wartość współczynnika		
1	Wytwarzanie ciepła	η_{gw}	0,91	
2	Przesyłanie ciepła	η_{dw}	0,60	
3	Regulacja i wykorzystanie	η_{ew}	1,00	
4	Akumulacja ciepła	η_{sw}	1,00	
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_{gw} * \eta_{dw} * \eta_{ew} * \eta_{sw} =$	$\eta_{tot,w}$	0,55	

Uzasadnienie przyjętych współczynników sprawności:

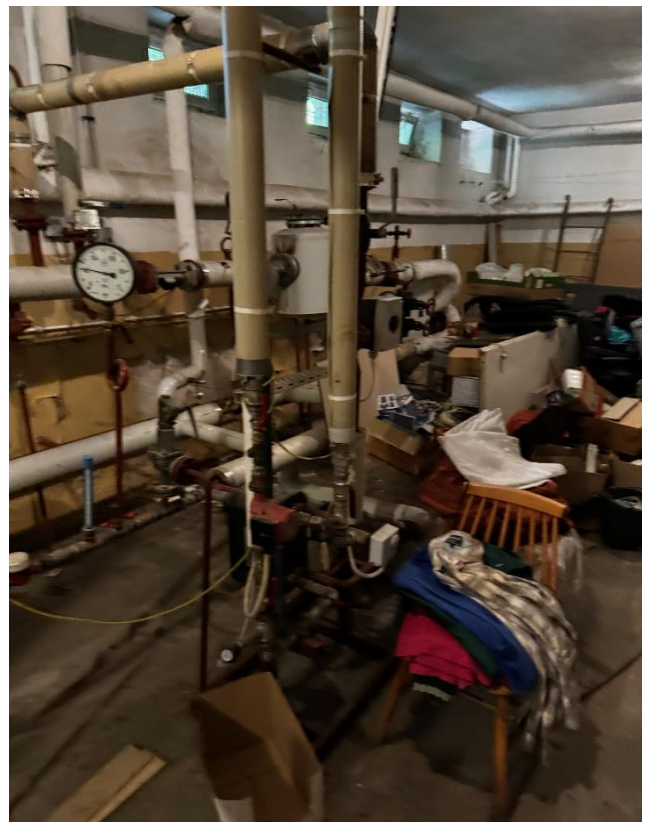
Opis	Wartości dla budynku - stan istniejący
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	Węzeł cieplny kompaktowy bez obudowy moc powyżej 100 kW
sprawność przesyłu $\eta_{w,d}$	Przewody izolowane
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	Brak zasobnika

4.g. Charakterystyka węzła cieplnego lub kotłowni w budynku

Węzeł cieplny wymiennikowy tryfunkcyjny. Człon c.o. i c.w.u. zamontowany na ramie stalowej. Odejście wysokich parametrów na nagrzewnice nieczynnej centrali wentylacyjnej. Węzeł wyposażony w układ automatyki pogodozależnej i programowanej czasowo.

4.h. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	17 129



Dokumentacja zdjęciowa fragmentów węzła cieplnego

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1 Przegrody zewnętrzne

przegroda	U [W/(m ² *K)]	
	istniejące	wymagane
Dach 47,4 cm	0,629	0,150
Stropodach niewentylowany część niska	0,163	0,150
Stropodach niewentylowany część wysoka	0,163	0,150
Ściana zewnętrzna	0,779	0,200
Ściana zewnętrzna 50,0 cm	1,072	0,200
Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,622	0,200
Strop zewnętrzny	1,481	0,150
Podłoga na gruncie	0,344	0,300

Współczynniki przenikania ciepła dla przegród zewnętrznych są wyższe od obecnie obowiązujących. Dotychczas wykonano ocieplenie stropodachu niewentylowanego.

5.2. Okna i drzwi

przegroda	U [W/(m ² *K)]	
	istniejące	wymagane
Drzwi zewnętrzne stalowe izolowane	2,00	0,30
Drzwi zewnętrzne nowe	1,60	1,30
Drzwi zewnętrzne przeszklone stalowe	5,00	1,30
Okno zewnętrzne aluminiowe	2,00	0,90
Okno zewnętrzne PCV	1,60	0,90

Współczynniki przenikania ciepła dla okien i drzwi zewnętrznych części ogrzewanej są wyższe od obecnie obowiązujących.

5.3 System grzewczy

Wezeł i instalacja w dobrym stanie technicznym, częściowy brak głowic termoestatycznych wymaga uzupełnienia. Należy rozważyć wymianę izolacji przewodów na poziomie piwnicy.

5.4 System zaopatrzenia w ciepłą wodę

Ciepła woda przygotowywana centralnie w węźle instalacja w stanie dobrym.

5.5 Wentylacja

Wentylacja pomieszczeń realizowana jest grawitacyjnie poprzez kratki wywiewne. Świeże powietrze infiltruje do środka przez nieszczelności drzwi i okien. Wentylacja mechaniczna jest niesprawna i nie jest użytkowana.

6. Wykaz rodzajów usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne	Ocieplenie ścian nadziemna i ścian piwnic
2.	jw. przez dachy i stropy	Ocieplenie stropodachu łącznika i auli
3.	jw. przez podłogę na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	Brak dostępności do użytkowanych i zagospodarowanych pomieszczeń uniemożliwia wykonanie ocieplenia podłóg na gruncie
4.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez okna i drzwi zewnętrzne oraz zmniejszenie strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego.	Ewentualna wymiana okien po wykazaniu opłacalności działania. Wymiana drzwi stalowych przeszklonych.
5.	Modernizacja układu ogrzewania	Izolacja przewodów rozprowadzających w piwnicy, uzupełnienie brakujących przewodów w piwnicy.
6.	Zmniejszenie strat na podgrzanie ciepłej wody użytkowej	brak działań

7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1. Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło (pierwszy krok optymalizacyjny)

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
a)	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego	Ocieplenie ścian zewnętrznych
		Ocieplenie stropodachów i stropów
		Ewentualna wymiana okien po wykazaniu opłacalności działania. Wymiana drzwi stalowych przeszklonych.
b)	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia zapotrzebowania ciepła na przygotowanie c.w.u.	brak działań

7.2. Ocena opłacalności i wyboru usprawnień dot. zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody i zapotrzebowania na ciepło na ogrzanie powietrza wentylacyjnego (drugi krok optymalizacyjny)

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

- Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien i/lub drzwi oraz zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia dotyczącego zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej
- Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie	W stanie obecnym	Po termo-modernizacji	jedn.
t_{wo}	20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
t_{zo}	-20,0	-20,0	$^{\circ}\text{C}$
Sd dla przegród zewnętrznych, $t_{wo} = 20^{\circ}\text{C}$	3 835	3 835	dzień·K·a
O_{0m}, O_{1m}	16 814,16	16 814,16	zł/(MW·mc)
O_{0z}, O_{1z}	112,41	112,41	zł/GJ
A_{b0}, A_{b1}	0,00	0,00	zł/m-c

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie			Przełoga			
			Ocieplenie ścian zewnętrznych			
Dane:			powierzchnia przełoga do obliczania strat	$A = 3778,8 \text{ m}^2$		
			powierzchnia przełoga do obliczania kosztu usprawnienia	$A_{\text{kosz}} = 4336,0 \text{ m}^2$		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością						
o grubości warstwy izolacji, przy której nie będzie spełnione wymaganie wielkości współczynnika $U \leq 0,20 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$ - wg WT2021						
o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości współczynnika $U \leq 0,20 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$ - wg WT2021						
o grubości 5 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,10	0,15	0,20
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$		2,78	4,17	5,56
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$	1,221	3,999	5,388	6,776
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	1025,6	313,1	232,4	184,8
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,1238	0,0378	0,0281	0,0223
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/a		97 446	108 483	114 994
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		280	330	380
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		1 214 080	1 430 880	1 647 680
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		12,46	13,19	14,33
10	U_0, U_1^*	$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$	0,819	0,250	0,186	0,148
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg cen lokalnych wykonawców. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych i w gruncie z odliczeniem powierzchni okien i drzwi (A_{koszt}) oraz dodaniem powierzchni ościeży okiennych dla ściany w gruncie 138,30 m ²						
Wybrany wariant : 2		Koszt :	1 430 880 zł	SPBT=	13,19 lat	

* średni ważony współczynnik przenikania ciepła

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ocieplenie stropodachu pełnego		
Dane:				powierzchnia przegrody do obliczania strat	$A = 333,9 \text{ m}^2$	
				powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	$A_{\text{kosz}} = 333,9 \text{ m}^2$	
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ociepleniestropu matami z wełny mineralnej o współczynniku przewodności $\lambda = 0,036 \text{ W/m}^2\text{K}$ wraz z wykonaniem nowego pokrycia stropodachu papą termozgrzewalną.						
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której nie będzie spełnione wymaganie wielkości współczynnika $U \leq 0,15 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$ - wg WT2021						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości współczynnika $U \leq 0,15 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$ - wg WT2021						
wariant 3: o grubości 5 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,15	0,20	0,25
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2\text{K/W}$		4,17	5,56	6,94
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2\text{K/W}$	1,591	5,76	7,15	8,54
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	69,5	19,2	15,5	13,0
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0084	0,0023	0,0019	0,0016
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/a		6 885	7 382	7 723
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		285	330	430
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		95 152	110 177	143 563
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		13,82	14,93	18,59
10	U_0, U_1	$\text{W/m}^2\text{K}$	0,629	0,174	0,148	0,117
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg cen lokalnych wykonawców. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni przegrody (A_{kosz})						
Wybrany wariant : 2		Koszt :	110 177 zł	SPBT=	14,93 lat	

7.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie		
				Wymiana drzwi stalowych przeszklonych		
<p>Dane: powierzchnia okien $A_{ok} = 0,00 \text{ m}^2$</p> <p>powierzchnia drzwi $A_{drz} = 5,94 \text{ m}^2$</p> <p>$V_{nom} = 418 \text{ m}^3/\text{h}$</p> <p>$V_{obl} = V_{PN-12831} * C_m$</p> <p>$V_{PN-12831} = 650 \text{ m}^3/\text{h}$</p> <p style="text-align: right;">$C_w = 1$</p>						
Opis wariantów usprawnienia						
Usprawnienie obejmuje wymianę okien istniejących na okna szczelne, o lepszych współczynnikach U, z wbudowanymi nawiewnikami oraz montaż nasad hybrydowych na końcówkach przewodów wentylacyjnych:						
wariant 1 : okna o współczynniku		U=	0,0	W/m ² *K		
drzwi zewnętrzne		U=	1,3	W/m ² *K		
wariant 2: okna o współczynniku		U=	0,0	W/m ² *K		
drzwi zewnętrzne		U=	1,3	W/m ² *K		
wariant 3: okna o współczynniku		U=	0,0	W/m ² *K		
drzwi zewnętrzne		U=	1,2	W/m ² *K		
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania okien U	W/m ² *K	0,00	0,0	0,0	0,0
	Współczynnik przenikania drzwi U	W/m ² *K	5,00	1,4	1,3	1,2
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	Cr	-	1,00	1,00	1,00
		Cm	-	1,00	1,00	1,00
3	$8,64 * 10^{-5} * S_d * A_{ok} * U$	GJ/a	0	0	0	0
	$8,64 * 10^{-5} * S_d * A_{drz} * U$	GJ/a	10	3	3	2
4	$2,94 * 10^{-5} * C_r * C_w * V_{nom} * S_d$	GJ/a	47	47	47	47
5	Q ₀ , Q ₁ = (3) + (4)	GJ/a	57	50	50	49
6	$10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U$	MW	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	$10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U$	MW	0,0012	0,0003	0,0003	0,0003
7	$3,4 * 10^{-7} * V_{PN} * (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0088	0,0088	0,0088	0,0088
8	q ₀ , q ₁ = (6) + (7)	MW	0,0100	0,0092	0,0091	0,0091
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/rok		959	964	1 081
10	Koszt jednostkowy okien N _{OK}	zł		0	0	0
	Koszt jednostkowy drzwi N _{drz}	zł		2 800	3 000	3 500
11	Koszt wymiany stolarki N _{OK}	zł		16 632	17 820	20 790
12	Koszt modernizacji wentylacji N _w	zł		0	0	0
13	Koszt N _w + N _{OKidrz}	zł		16 632	17 820	20 790
14	SPBT = (N _{ok} + N _w) / ΔO _{ru}	lata		17,33	18,48	19,22
<p>Podstawa przyjętych wartości N_U</p> <p>Przyjęto ceny jednostkowe dla 1m² wg katalogu SEKOCENBUDu.</p>						
Wybrany wariant : 2		Koszt :	17 820 zł	SPBT=	18,48 lat	

7.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie		
				Wymiana okien PCV		
Dane: powierzchnia okien				$A_{ok} = 1410,9 \text{ m}^2$	$C_w = 1$	
				$V_{nom} = 16\,479 \text{ m}^3/\text{h}$		
				$V_{obl} = V_{PN-12831} * C_m$		
Opis wariantów usprawnienia				$V_{PN-12831} = 0 \text{ m}^3/\text{h}$		
Usprawnienie obejmuje wymianę okien istniejących na okna szczelne, o lepszych współczynnikach U						
wariant 1 : okna o współczynniku				U= 1,0	W/m ² *K	nie spełniającym WT2021
wariant 2: okna o współczynniku				U= 0,9	W/m ² *K	spełniającym WT2021
wariant 3: okna o współczynniku				U= 0,8	W/m ² *K	lepszym od WT2021
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania okien U	W/m ² *K	1,6	1,0	0,9	0,8
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	Cr	-	1,00	0,90	0,90
		Cm	-	1,00	1,00	1,00
3	$8,64 * 10^{-5} * S_d * A_{ok} * U + 8,64 * 10^{-5} * S_d * A_{drz} * U$	GJ/a	234,40	146,50	131,90	117,20
4	$2,94 * 10^{-5} * C_r * C_w * V_{nom} * S_d$	GJ/a	582,35	524,11	524,11	524,11
5	Q ₀ , Q ₁ = (3) + (4)	GJ/a	816,75	670,61	656,01	641,31
6	$10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U + 10^{-6} * A_{drz} * (t_{w0} - t_{z0}) * U$	MW	0,06321	0,03951	0,03555	0,03160
7	$3,4 * 10^{-7} * V_{obl} * (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
8	q ₀ , q ₁ = (6) + (7)	MW	0,06321	0,03951	0,03555	0,03160
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/rok		21 210	23 650	26 099
10	Koszt jednostkowy okien N _{OK}	zł		1 200	1 400	1 600
	Koszt jednostkowy drzwi N _{drz}			0	0	0
11	Koszt wymiany okien N _{OK}			1 693 080	1 975 260	2 257 440
12	SPBT = (N _{OK} +N _w)/ΔO _{ru}	lata		79,83	83,52	86,49
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Przyjęto ceny jednostkowe dla 1m ² wg katalogu SEKOCENBUDu.						
Wybrany wariant : 2		Koszt :	1 975 260 zł	SPBT=	83,52 lat	

7.2.6. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT			
Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, zł	SPBT lata
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1	Ocieplenie ścian zewnętrznych	1 430 880	13,19
2	Ocieplenie stropodachu pełnego	110 177	14,93
3	Wymiana drzwi stalowych przeszklonych	17 820	18,48
4	Wymiana okien PCV	1 975 260	83,52

Działania oznaczone kolorem czerwonym nie będą analizaowane w dalszej części opracowania

7.3. Ocena i wybór wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego (trzeci krok optymalizacyjny).

Dane: $Q_{oco} = 2\,178 \text{ GJ/a}$

Założenia dla stanu istniejącego

- 1 Instalacja C.O. zadowolającym stanie technicznym, stan techniczny izolacji niedostateczny - nie spełnia wymagań WT.
- 2 Zainstalowane są grzejniki stalowe płytowe
- 3 Grzejniki z zaworami termostaticznymi wyposażonymi w głowice regulacyjne w części zdemontowanymi
- 4 Węzeł cieplny w stanie dobrym - zaleca się zamontowanie zaworów równoważących na rurociągach powrotnych z instalacji grzewczej (przy rozdzielaczach).

Przewiduje się następujące usprawnienia poprawiające sprawność systemu grzewczego i dostosowujące instalację do wymagań technicznych:

Wariant 1

Wymiana izolacji rurociągów rozprowadzających na poziomie piwnicy, uzupełnienie termostaticznych głowic na grzejnikach. Przyjęto konieczność zamontowania/wymiany 100 szt.

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

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności		
		przed		po
			Węzeł	Węzeł
1	sprawność wytwarzania	$\eta_g =$	0,95	0,95
2	sprawność przesyłu	$\eta_p =$	0,92	0,96
3	sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_e =$	0,86	0,88
4	sprawność akumulacji	$\eta_s =$	1,00	0,95
5	sprawność całkowita systemu	$\eta_{tot} =$	0,750	0,762
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t =$	0,92	0,92
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d =$	0,95	0,95

Uzasadnienie przyjętych sprawności

Opis	Wartości dla budynku - stan istniejący	Po modernizacji
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{H,g}$	węzeł cieplny wymiennikowy kompaktowy bez izolacji	bez zmian
sprawność przesyłu $\eta_{H,d}$	przewody izolowane zły stan izolacji rozprowadzone w ogrzewanych pomieszczeniach	przewody izolowane rozprowadzone w ogrzewanych pomieszczeniach dobry stan izolacji termicznej
sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_{H,e}$	regulacja centralna i miejscowa, brak części głowic termostaticznych	regulacja centralna i miejscowa, głowice termostaticzne 2-K
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	brak zbiornika buforowego	brak zbiornika buforowego
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	obniżenie temperatury poza godzinami pracy budynku	obniżenie temperatury poza godzinami pracy budynku
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu tygodnia w_t	obniżenie temperatury w dni wolne	obniżenie temperatury w dni wolne

7.3.1 Ocena proponowanego przedsięwzięcia

I.p.	Omówienie	jedn.	Stan istn.	Węzeł
1	Obliczeniowa moc cieplna CO	MW	0,507957	0,507957
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	2178,16	2178,16
3	Ogólna sprawność systemu ogrzewania η_{tot}	-	0,750	0,762
4	Obniżenie nocne	-	0,95	0,95
5	Obniżenie tygodniowe	-	0,92	0,92
6	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	2538	2498
7	Roczna opłata zmienna	zł/rok	285 295,82	280 799,43
8	Roczna opłata stała	zł/rok	102 490,45	102 490,45
9	Roczny abonament	zł/rok	0,00	0,00
10	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	387 786	383 290
11	Różnica	zł/rok		4 496
12	Koszt	zł		67 000
13	SPBT	lat		14,90

Izolacja przewodów	52 000 zł
Montaż głowic termostatycznych	15 000 zł

7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (czwarty krok optymalizacyjny)

Niniejszy rozdział obejmuje:

- a. określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
- b. ocenę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań ustawowych
- c. wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Do analizy przyjęto następujące warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych:

Lp	Ulepszenie termomodernizacyjne	Nr wariantu							
		1	2	3	4				
1	Modernizacja instalacji co	X	X	X	X				
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych	X	X	X					
3	Ocieplenie stropodachu pełnego	X	X						
4	Wymiana drzwi stalowych przeszklonych	X							

7.4.2. Zestawienie kosztu poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztu wykonania audytu termomodernizacyjnego

Koszty brutto				
Lp.	Zakres ulepszeń wchodzących w skład wariantu termomodernizacyjnego	Koszt wariantu [zł]	Koszt audytu i dokumentacji i prac towarzyszących nie przynoszących oszczędności energii [zł]	Koszt całkowity [zł]
1	1+2+3+4	1 625 877	55 350	1 681 227
2	1+2+3	1 608 057	55 350	1 663 407
3	1+2	1 497 880	55 350	1 553 230
4	1	67 000	6 150	73 150

Koszty netto				
Lp.	Zakres ulepszeń wchodzących w skład wariantu termomodernizacyjnego	Koszt wariantu [zł]	Koszt audytu i dokumentacji i prac towarzyszących nie przynoszących oszczędności energii [zł]	Koszt całkowity [zł]
1	1+2+3+4	1 321 851	45 000	1 366 851
2	1+2+3	1 307 363	45 000	1 352 363
3	1+2	1 217 789	45 000	1 262 789
4	1	54 472	5 000	59 472

7.4.2. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

warianty	C.O.						C.W.U.			C.O. + C.W.U.			Zmiana		
	$q_{co}^{1)}$	Q_{co} wg obl. ¹⁾	h	w_d	Q_{co+w_d} / η	Opłata c.o.	$q_{cwu}^{2)}$	$Q_{cwu}^{2)}$	Opłata c.w.u.	$q_{co} + q_{cwu}$	$Q_{co} + Q_{cwu}$	Opłata c.o.+c.w.u.	DQ_{co+cwu}	Oszczędn.	Oszczędn.
	MW	GJ/rok			GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł/rok	%
1	0,4082	1 547	0,762	0,87	1773,9	172 325	0,0108	365,2	107 431	0,4190	2139,1	279 756	764,3	74 800	26,3%
2	0,4090	1 548	0,762	0,87	1775,8	172 504	0,0108	365,2	107 431	0,4198	2141,0	279 935	762,5	74 621	26,3%
3	0,4153	1 598	0,762	0,87	1832,4	178 009	0,0108	365,2	107 431	0,4262	2197,6	285 440	705,8	69 116	24,3%
4	0,5080	2 178	0,762	0,87	2498,3	242 693	0,0108	365,2	107 431	0,5188	2863,5	350 124	40,0	4 432	1,4%
0-stan istniejący	0,5080	2 178	0,750	0,87	2538,3	247 125	0,0108	365,2	107 431	0,5188	2903,5	354 556			

wariant wybrany do realizacji

- 1) - wyniki z programu Audytor OZC 7.0Pro - obliczenie mocy i zużycia ciepła
 2) - wyniki wg załącznika nr 4

7.4.3. TABELA 4

Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Koszty całkowite [zł]	Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok]	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej) [%]	Premia termomodernizacyjna [zł]
1	2	3	4	5	7
1	Modernizacja instalacji co	1 681 227,00	74 800,00	26,3%	437 119,02
	Ocieplenie ścian zewnętrznych				
	Ocieplenie stropodachu pełnego				
	Wymiana drzwi stalowych przeszklonych				
2	Modernizacja instalacji co	1 663 407,00	74 621,00	26,3%	432 485,82
	Ocieplenie ścian zewnętrznych				
	Ocieplenie stropodachu pełnego				
3	Modernizacja instalacji co	1 553 230,00	69 116,00	24,3%	403 839,80
	Ocieplenie ścian zewnętrznych				
4	Modernizacja instalacji co	73 150,00	4 432,00	1,4%	19 019,00

Wariantem optymalnym jest pierwszy z kolejnych wariantów spełniający wymagania określone w art. 3 ustawy, a wysokość premii termomodernizacyjnej oblicza się zgodnie z art. 5 ustawy

7.4.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie dokonanej oceny, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku ocenia się **wariant nr 1** obejmujący usprawnienia:

- Modernizacja instalacji co
- Ocieplenie ścian zewnętrznych
- Ocieplenie stropodachu pełnego
- Wymiana drzwi stalowych przeszklonych

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie 26,3% czyli powyżej 25%
2. planowany kredyt nie przekracza wartości możliwej do zaciągnięcia przez inwestora i stanowi ponad 50% kosztów inwestycji

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

8.1. Opis robót

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace.

1. Wymiana izolacji termicznej przewodów instalacji grzewczej prowadzonych na poziomie piwnicy i w kanałach podpodłogowych w części niepodpiwniczonej.
2. Montaż około 100 szt. głowic termostatycznych na zaworach grzejnikowych, głowice w wykonaniu instytucjonalnym, zabezpieczone przed kradzieżą.
3. Ocieplenie ścian zewnętrznych styropianem o współczynniku przewodności cieplnej $0,036 \text{ W/m}^2\text{K}$ i grubości 15 cm. Ściany w gruncie XPS. Ościeża styropian o grubości minimum 2 cm.
4. Wymiana drzwi stalowych w prześwicie bramowym do patio na nowe z profili aluminiowych o współczynniku przenikania ciepła nie większym niż $0,90 \text{ W/m}^2\text{K}$
5. Docieplenie stropodachu pełnego nad łącznikiem i aulą płytami stropianowymi lub płytami styropianowymi laminowanymi papą asfaltową (styropapa) o grubości 20 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $0,036 \text{ W/m}^2\text{K}$

8.2. Uproszczony przedmiar robót optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Opis	Obmiar	Cena jedn.	Koszt całkowity
		m ² / szt.	zł/m ² , zł/szt.	zł
1	Modernizacja systemu grzewczego, w tym:	-	-	67 000,0
1a	<i>Izolacja przewodów</i>	1		52 000,0
1b	<i>Montaż zaworów termostatycznych</i>	100	150	15 000,0
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych	4336,0	330	1 430 880,0
3	Ocieplenie stropodachu pełnego	333,9	330	110 176,5
4	Wymiana drzwi stalowych przeszklonych	5,9	3 000	17 820,1
5	Koszt dokumentacji	-	-	55 350,0
			SUMA	1 681 227,0

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

Załącznik 1	Obliczenie opłat za zużycie ciepła
Załącznik 2	Obliczenie współczynników przenikania przegród
Załącznik 3	Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego
Załącznik 4	Obliczenie wskaźników na ciepło dla ogrzewania i wentylacji
Załącznik 5	Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania cwu
Załącznik 6	Zestawienie wskaźników rocznego zapotrzebowania na energię końcową i nieodnawialną energię pierwotną oraz emisji CO ₂ dla ogrzewania i przygotowania cwu
Załącznik 7	Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie dla poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych wykonane przy pomocy programu Audytor OZC 7.0 PRO

Obliczenie jednostkowych opłat za zużycie ciepła

Założenia:

- budynek zasilany z węzła ciepłego wymiennikowego
- nie przewiduje się zmiany dostawcy ani nośnika energii

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata stała za moc zamówioną	zł/(MW-m-c)	10 540,16	12 964,40
Przesył	zł/(MW-m-c)	3 129,89	3 849,76
Cena energii	zł/GJ	73,27	90,12
Opłata zmienna przesyłowa	zł/GJ	18,12	22,29
Cena ciepła	zł/GJ	91,39	112,41

Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)

Przed termomodernizacją

Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R	R_{cor}	δ	μ	Z	Z_{cor}	Uwagi
	m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W	m ² ·K/W	μg/(m·h·Pa)		m ² h·Pa/g	m ² h·Pa/g	
DACH	Dach 47,4 cm											
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
PAPA-TERMO	0,0030	Papa termozgrzewalna	0,180	1000	1,460	0,017	0,017	7,50	96	400,0	400,0	
JASTRYCH CEM	0,0300	Jastrych cementowy.	1,300	2200	0,840	0,023	0,023	45,00	16	666,7	666,7	
GAZOBET-06	0,2000	Gazobeton 06.	0,174	600	1,000	1,149	1,149	75,87	9	2636,1	2636,1	
STR-DZ3-24	0,2400	Strop gęstożebrowy z wypełnieniem pustakami gruzobetonowymi itp. wysokości 24 cm bez przepony poziomej (np. strop DZ, DMS) z górną płytą betonową grubości 3 cm, sufit otynkowany.		1200	0,840	0,260	0,260	50,33	14	4769,0	4769,0	
TYNK-CW	0,0015	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,002	0,002	45,00	16	33,3	33,3	
											Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:	0,100
											Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:	0,040
											Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:	1,591
											Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:	0,629
DACH.N.W.1	Stropodach niewentylowany											
Rodzaj przegrody: Stropodach niewentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
PAPA-TERMO	0,0050	Papa termozgrzewalna	0,180	1000	1,460	0,028	0,028	7,50	96	666,7	666,7	
JASTRYCH CEM	0,0500	Jastrych cementowy.	1,300	2200	0,840	0,038	0,038	45,00	16	1111,1	1111,1	
BETON ZBROJ 2	0,0400	Beton zbrojony (z 2% stali), gęstość 2400 kg/m ³ .	2,500	2400	1,000	0,016	0,016	5,54	130	7222,2	7222,2	
											Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 0,400 m, [m ² ·K/W]:	0,160
											Suma oporów ciepła połączenia dachowej i war. powietrza, [m ² ·K/W]:	0,242
GRANROCK	0,1500	Granulowana wełna mineralna	0,042	110	1,030	3,571	3,571	720,00	1	208,3	208,3	

GAZOBET-06	0,1200	Gazobeton 06.	0,174	600	1,000	0,690	0,690	75,87	9	1581,7	1581,7	
PAPA-TERMO	0,0030	Papa termozgrzewalna	0,180	1000	1,460	0,017	0,017	7,50	96	400,0	400,0	
JASTRYCH CEM	0,0200	Jastrych cementowy.	1,300	2200	0,840	0,015	0,015	45,00	16	444,4	444,4	
STR-DZ3-24	0,2400	Strop gęstożebrowy z wypełnieniem pustakami gruzobetonowymi itp. wysokości 24 cm bez przepony poziomej (np. strop DZ, DMS) z górną płytą betonową grubości 3 cm, sufit otynkowany.		1200	0,840	0,260	0,260	50,33	14	4769,0	4769,0	
TYNK-CW	0,0015	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,002	0,002	45,00	16	33,3	33,3	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:											0,100	
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m ² ·K/W]:											0,040	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:											4,937	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:											0,203	
DACH.N.W.2 Stropodach niewentylowany												
Rodzaj przegrody: Stropodach niewentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
PAPA-TERMO	0,0050	Papa termozgrzewalna	0,180	1000	1,460	0,028	0,028	7,50	96	666,7	666,7	
JASTRYCH CEM	0,0500	Jastrych cementowy.	1,300	2200	0,840	0,038	0,038	45,00	16	1111,1	1111,1	
BETON ZBROJ 2	0,0400	Beton zbrojony (z 2% stali), gęstość 2400 kg/m ³ .	2,500	2400	1,000	0,016	0,016	5,54	130	7222,2	7222,2	
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 0,800 m, [m ² ·K/W]:											0,160	
Suma oporów ciepła połaci dachowej i war. powietrza, [m ² ·K/W]:											0,242	
GRANROCK	0,1500	Granulowana wełna mineralna	0,042	110	1,030	3,571	3,571	720,00	1	208,3	208,3	
GAZOBET-06	0,1200	Gazobeton 06.	0,174	600	1,000	0,690	0,690	75,87	9	1581,7	1581,7	
PAPA-TERMO	0,0030	Papa termozgrzewalna	0,180	1000	1,460	0,017	0,017	7,50	96	400,0	400,0	
JASTRYCH CEM	0,0200	Jastrych cementowy.	1,300	2200	0,840	0,015	0,015	45,00	16	444,4	444,4	
STR-DZ3-24	0,2400	Strop gęstożebrowy z wypełnieniem pustakami gruzobetonowymi itp. wysokości 24 cm bez przepony poziomej (np. strop DZ, DMS) z górną płytą betonową grubości 3 cm, sufit otynkowany.		1200	0,840	0,260	0,260	50,33	14	4769,0	4769,0	
TYNK-CW	0,0015	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,002	0,002	45,00	16	33,3	33,3	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:											0,100	

											Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m ² ·K/W]:	0,040
											Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:	4,937
											Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:	0,203
PL.PAR.TEC Strop ciepło do góry 32,1 cm												
Rodzaj przegrody: Strop ciepło do góry, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
PCW	0,0030	PCW.	0,200	1300	1,260	0,015	0,015	7,50	96	400,0	400,0	
JASTRYCH CEM	0,0400	Jastrych cementowy.	1,300	2200	0,840	0,031	0,031	45,00	16	888,9	888,9	
PAPA-TERMO	0,0020	Papa termozgrzewalna	0,180	1000	1,460	0,011	0,011	7,50	96	266,7	266,7	
PŁYTA PIL 400	0,0013	Płyta pilśniowa, w tym MDF, 400 kg/m ³ .	0,100	400	1,700	0,013	0,013	72,00	10	17,4	17,4	
STR-DZ3-26	0,2600	Strop gęstożebrowy z wypełnieniem pustakami gruzobetonowymi itp. wysokości 26 cm bez przepony poziomej (np. strop DZ, DMS) z górną płytą betonową grubości 3 cm, sufit otynkowany.		1150	0,840	0,280	0,280	46,94	15	5539,0	5539,0	
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3	
											Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:	0,100
											Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:	0,100
											Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:	0,568
											Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:	1,762
PLGRUNT Podłoga na gruncie												
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Wilgotne												
Ściana przy podłodze: SZPIW48GR												
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Zgw: 6,20												
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 3,80												
JASTRYCH CEM	0,0300	Jastrych cementowy.	1,500	2200	0,840	0,020	0,020	45,00	16	666,7	666,7	
GRUZOBET ON	0,1500	Gruzobeton.	1,100	1900	0,840	0,136	0,136	75,00	10	2000,0	2000,0	
PIASEK-ŚR	0,3000	Piasek średni.	0,400	1650	0,840	0,750	0,750	300,00	2	1000,0	1000,0	
											Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg, [m ² ·K/W]:	2,000
											Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:	2,906
											Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:	0,344
POMOCNICZ A Ściana wewnętrzna												
Rodzaj przegrody: Ściana wewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
TYNK-CW	0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012	0,012	45,00	16	222,2	222,2	

CEGLA-PEŁ	0,0600	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku) Mur z cegły ceramicznej pełnej.	0,650	1800	0,880	0,092	0,092	105,00	7	571,4	571,4	
TYNK-CW	0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012	0,012	45,00	16	222,2	222,2	
											Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:	0,130
											Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:	0,130
											Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:	0,377
											Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:	2,655
STR	Strop zewnętrzny											
Rodzaj przegrody: Strop zewnętrzny, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
PCW	0,0030	PCW.	0,200	1300	1,260	0,015	0,015	7,50	96	400,0	400,0	
JASTRYCH CEM	0,0400	Jastrych cementowy.	1,300	2200	0,840	0,031	0,031	45,00	16	888,9	888,9	
PAPA-TERMO	0,0020	Papa termozgrzewalna	0,180	1000	1,460	0,011	0,011	7,50	96	266,7	266,7	
PŁYTA PIL 400	0,0130	Płyta pilśniowa, w tym MDF, 400 kg/m ³ .	0,100	400	1,700	0,130	0,130	72,00	10	180,6	180,6	
STR-DZ3-24	0,2400	Strop gęstożebrowy z wypełnieniem pustakami gruzobetonowymi itp. wysokości 24 cm bez przepony poziomej (np. strop DZ, DMS) z górną płytą betonową grubości 3 cm, sufit otynkowany.		1200	0,840	0,260	0,260	50,33	14	4769,0	4769,0	
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3	
											Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:	0,170
											Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m ² ·K/W]:	0,040
											Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:	0,675
											Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:	1,481
SW12	Ściana wewnętrzna 14,0 cm											
Rodzaj przegrody: Ściana wewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
TYNK-CW	0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012	0,012	45,00	16	222,2	222,2	
CEGLA-PEŁ	0,1200	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku) Mur z cegły ceramicznej pełnej.	0,650	1800	0,880	0,185	0,185	105,00	7	1142,9	1142,9	
TYNK-CW	0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012	0,012	45,00	16	222,2	222,2	
											Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:	0,130
											Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:	0,130
											Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:	0,469
											Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:	2,132

SW25	Ściana wewnętrzna 27,0 cm											
Rodzaj przegrody: Ściana wewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
TYNK-CW	0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012	0,012	45,00	16	222,2	222,2	
CEGŁA-PEŁ	0,2500	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku) Mur z cegły ceramicznej pełnej.	0,650	1800	0,880	0,385	0,385	105,00	7	2381,0	2381,0	
TYNK-CW	0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012	0,012	45,00	16	222,2	222,2	
										Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:		0,130
										Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:		0,130
										Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:		0,669
										Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:		1,495
SW38	Ściana wewnętrzna											
Rodzaj przegrody: Ściana wewnętrzna, Warunki wilgotności: Wilgotne												
TYNK-CW	0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,900	1850	0,840	0,011	0,011	45,00	16	222,2	222,2	
CEGŁA-PEŁ	0,3800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku) Mur z cegły ceramicznej pełnej.	0,800	1800	0,880	0,475	0,475	105,00	7	3619,0	3619,0	
TYNK-CW	0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,900	1850	0,840	0,011	0,011	45,00	16	222,2	222,2	
										Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:		0,130
										Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:		0,130
										Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:		0,757
										Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:		1,321
SZ38	Ściana zewnętrzna											
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
TYNK-CW	0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012	0,012	45,00	16	222,2	222,2	
GAZOBET-1	0,3800	Gazobeton 1.	0,349	1000	1,000	1,089	1,089	75,87	9	5008,6	5008,6	
TYNK-CW	0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012	0,012	45,00	16	222,2	222,2	
										Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:		0,130
										Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m ² ·K/W]:		0,040
										Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:		1,283
										Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:		0,779
SZPIW48	Ściana zewnętrzna 50,0 cm											
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
TYNK-CW	0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012	0,012	45,00	16	222,2	222,2	

CEGŁA-PEŁ	0,4800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku) Mur z cegły ceramicznej pełnej.	0,650	1800	0,880	0,738	0,738	105,00	7	4571,4	4571,4	
TYNK-CW	0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012	0,012	45,00	16	222,2	222,2	
											Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:	0,130
											Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m ² ·K/W]:	0,040
											Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:	0,933
											Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:	1,072
SZPIW48GR Ściana zewnętrzna przy gruncie												
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Wilgotne												
Podłoga przyległa do ściany: PLGRUNT												
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 2,10												
TYNK-CW	0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,900	1850	0,840	0,011	0,011	45,00	16	222,2	222,2	
CEGŁA-PEŁ	0,4800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku) Mur z cegły ceramicznej pełnej.	0,800	1800	0,880	0,600	0,600	105,00	7	4571,4	4571,4	
TYNK-CW	0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,900	1850	0,840	0,011	0,011	45,00	16	222,2	222,2	
											Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg, [m ² ·K/W]:	0,986
											Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:	1,609
											Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:	0,622

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

Minimalna wartość strumienia powietrza wentylacyjnego wg Rozporządzenia dot. świadectw

Strumień podstawowy - V_{nom}

Typ pomieszczenia	Powierzchnia, m^2	Wskaźnik, $m^3/(s m^2)$	Łączne zap. powietrza w m^3/h
Aula	207,15	0,00056	418
Piwnica	1949,00	0,00056	3 929
Parter	2563,00	0,00056	5 167
1 Piętro	1516,45	0,00056	3 057
2 Piętro	722,00	0,00056	1 456
3 Piętro	713,06	0,00056	1 438
ŁĄCZNIE V_{nom}			15 464

Strumień dodatkowy

Budynek bez przeprowadzonej próby szczelności.

Typ pomieszczenia	Kubatura ogrz., m^3	Krotność wymian, h^{-1}	Łączne zap. powietrza w m^3/h
Aula	1 193,20	0,1	84
Piwnica	5 809,70	0,1	327
Parter	8 103,00	0,1	524
1 Piętro	4 860,00	0,1	268
2 Piętro	2 296,00	0,1	187
3 Piętro	1 932,00	0,1	138
ŁĄCZNIE V_{inf}			1 527

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego wg Rozporządzenia dot. świadectw ($V_{nom} + V_{inf}$) - DO KARTY AUDYTU

Aula	501,11	m^3/h
Piwnica	4 255,68	
Parter	5 691,31	
1 Piętro	3 324,76	
2 Piętro	1 642,65	
3 Piętro	1 575,53	m^3/h
Razem	17 129,05	m^3/h
Kubatura wentylowana budynku $V =$	24 770,00	m^3
krotność wymiany powietrza wentylacyjnego	0,69	h^{-1}

Minimalna wartość strumienia powietrza wentylacyjnego wg PN-EN-12831

<i>Typ pomieszczenia</i>	<i>Kubatura ogrz., m³</i>	<i>Krotność wymian, h⁻¹</i>	<i>Łączne zap. powietrza w m³/h</i>
Aula	1 193,20	2,0	2 386,40
Piwnica	5 809,70	0,3	1 742,91
Parter	8 103,00	0,8	6 482,40
1 Piętro	4 860,00	0,9	4 374,00
2 Piętro	2 296,00	0,8	1 836,80
3 Piętro	1 932,00	0,8	1 545,60
ŁĄCZNIE V_{PN-12831}			18 368,11

Obliczenie wskaźników na ciepło dla ogrzewania i wentylacji

Opis	Jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji	Uwagi
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego dla ogrzewania i wentylacji Q_U	GJ/rok	2178,2	1546,6	
Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego dla ogrzewania i wentylacji Q_U	kWh/rok	605 049	429617	
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową Q_K	GJ/rok	2 538,0	1 773,9	
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową Q_K	kWh/rok	705 005,6	492763,2	
Powierzchnia ogrzewana A_f	m ²	7 880,00	7880,0	
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową E_{KH}	kWh/(m ² *rok)	89,5	62,5	

Energia pomocnicza :				
-Zapotrzebowanie mocy	W/m ²	0,15	0,15	
-Czas pracy	h/rok	5 130	5 130	
-Roczne zapotrzebowanie energii	kWh/rok	6063,7	6063,7	
Współczynniki nakładu na nieodnawialną energię pierwotną				
- dla ciepła z sieci	-	0,8	0,8	
- dla energii elektrycznej	-	2,5	2,5	
Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną Q_P	kWh/rok	579 164	409 370	
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną EP_H	kWh/(m ² *rok)	73,5	52,0	

Emisja CO₂ :				
Wskaźniki CO ₂				
.- dla energii z sieci	kg/GJ	93,5	93,5	
.- dla energii elektrycznej	kg/MWh	656	656	
Roczna emisja CO₂	t CO ₂ /rok	241,38	169,91	

Obliczenie zapotrzebowania na moc i ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Opis	Jednostka	Stan istniejący	Stan po modernizacji	Uwagi
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
ciepło właściwe wody c_w	kJ/(kg*dK)	4,19	4,19	
gęstość wody ρ	kg/m ³	1000	1000	
jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{cw}	dm ³ /(m ² *dzień)	0,80	0,80	
powierzchnia ogrzewana A_f	m ²	7 880,00	7 880,00	
temperatura ciepłej wody użytkowej w zaworze czerpalnym θ_{cw}	°C	55	55	
temperatura wody przed podgrzaniem θ_0	°C	10	10	
współczynnik korekcyjny ze wzgl. na przerwy w użytkowaniu k_R	-	0,55	0,55	
liczba dni w roku t_R	dzień	305	305	
roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd}=V_{cw} * A_f * c_w * \rho * (\theta_{cw}-\theta_0) * k_R * t_{uz} / (1000 * 3600)$	kWh/rok	55 386	55 386	
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	-	0,91	0,91	
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,d}$	-	0,60	0,60	
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	-	1,00	1,00	
sprawność sezonowa wykorzystania	-	1,00	1,00	
sprawność całkowita $\eta_{w,tot}$	-	0,546	0,546	
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	kWh/rok	101 440	101 440	
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	GJ/rok	365,2	365,2	
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową EK_w	kWh/(m ² *rok)	12,9	12,9	
Energia pomocnicza :				
-Zapotrzebowanie mocy	W/m ²	0,04	0,04	
-Czas pracy	h/rok	7300	7300	
-Roczne zapotrzebowanie energii	kWh/rok	2301,0	2301,0	
Współczynniki nakładu na nieodnawialną energię pierwotną				
- dla ciepła z energii elektrycznej	-	2,5	2,5	
- dla energii ciepła sieciowego	-	0,8	0,8	
Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,H}$	kWh/rok	255 441	255 441	
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną EP_w	kWh/(m ² *rok)	32,4	32,4	
Emisja CO₂ :				
Wskaźniki CO2				
- dla ciepła sieciowego	kg/GJ	93,54	93,54	
- dla energii elektrycznej	kg/MWh	337	337	
Roczna emisja CO₂	t CO ₂ /rok	34,94	34,94	

Obliczanie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Opis	Jednostka	Stan istniejący	Stan po modernizacji
(1)	(2)	(3)	(4)
Ilość użytkowników	os.	350	350
Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody wg PN-92/B-01706 V_{cw}	l	10	10
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\acute{s}r} = (L \cdot V_{cw}) / (18 \cdot 1000)$	m ³ /h	0,194	0,194
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 \cdot L^{-0,244}$	-	2,232	2,232
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody $Q_{cwj} = c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) / 10^6$	GJ/m ³	0,189	0,189
Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max} = V_{h\acute{s}r} \cdot Q_{cwj} \cdot N_h \cdot 10^6 / 3600$	kW	22,7	22,7
Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{\acute{s}r} = q_{cwu}^{max} / N_h$	kW	10,2	10,2

Zestawienie wskaźników rocznego zapotrzebowania na energię końcową i nieodnawialną energię pierwotną oraz emisje CO₂ dla co+cwu

Opis	Jednostka	Stan istniejący	Stan po modernizacji	Efekt
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową (bez energii pomocniczej)				
-ogrzewanie i wentylacja	GJ/rok	2 538,0	1 773,9	764,1
-ciepła woda użytkowa	GJ/rok	365,2	365,2	0,0
-ogółem	GJ/rok	2 903,2	2 139,1	764,1
Wskaźnik rocznego zapotrzebowanie na energię końcową EK				
-ogrzewanie i wentylacja	kWh/(m ² *rok)	89,5	62,5	
-ciepła woda użytkowa	kWh/(m ² *rok)	12,9	12,9	
-ogółem	kWh/(m ² *rok)	102,4	75,4	
Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną				
-ogrzewanie i wentylacja	kWh/rok	579 164	409 370	
-ciepła woda użytkowa	kWh/rok	255 441	255 441	
-ogółem	kWh/rok	834 605	664 811	
Wskaźnik rocznego zapotrzebowanie na energię pierwotną EP	kWh/(m ² *rok)			
-ogrzewanie i wentylacja	kWh/(m ² *rok)	73,5	52,0	
-ciepła woda użytkowa	kWh/(m ² *rok)	32,4	32,4	
-ogółem	kWh/(m ² *rok)	105,9	84,4	
Emisja CO₂				
-ogrzewanie i wentylacja	t CO ₂ /rok	241,4	169,9	71,5
-ciepła woda użytkowa	t CO ₂ /rok	34,9	34,9	0,0
-ogółem	t CO ₂ /rok	276,3	204,8	71,5

Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie dla poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych wykonane przy pomocy programu Audytor OZC 7.0 PRO

Wariant	Zapotrzebowanie		
	mocy cieplnej, MW	ciepła Q_H , GJ/a	ciepła Q_{Hnd} , kWh/a
1	0,40817	1546,61	429 648
2	0,40896	1548,22	430 096
3	0,41533	1597,62	443 819
4	0,50796	2178,16	605 093
0 - stan istniejący	0,50796	2178,16	605 093