

1. STRONA TYTUŁOWA

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Budynek użyteczności publicznej: nauki i oświaty	1.2 Rok budowy	1982
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL)	Właściciel Gmina Wasilków miejscowość: Wasilków województwo podlaskie Zarządca Szkoła Podstawowa nr 2 w Wasilkowie ul. Polna ¼ A 16-010 Wasilków tel.: /085/718 52 04, 718 54 98	1.4 Adres budynku	
		Szkoła Podstawowa nr 2 w Wasilkowie ul. Polna ¼ A 16-010 Wasilków województwo: podlaskie	
2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:			
Narodowa Agencja Poszanowania Energii S.A. 00-002 Warszawa, ul. Świętokrzyska 20 Oddział w Białymstoku 15-337 Białystok, ul. Pułaskiego 17 lok. U2 tel./fax /85/ 743 58 45 REGON: 010691500 NIP: 526-00-40-341			
3. Imię, nazwisko, adres oraz numer PESEL audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:			
<div> <div> dr inż. Wiesław Sarosiek ul. Skrzatów 27 15-151 Białystok tel. /85/ 74 35 845 kom. 0603 740 876 audytor KAPE S.A. nr 007 </div> <div> dr inż. Wiesław Sarosiek uprawnienia projektowe i wykonawcze BL/14/91 Izba inżynierów budownictwa PDL/BO/1313/01 audytor energetyczny KAPE 0007 </div> </div>			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac, posiadane kwalifikacje			
Lp	Imię i Nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	Posiadane kwalifikacje (w tym ew. uprawnienia)
1.	dr inż. Piotr Rynkowski	Obliczenia zapotrzebowania na ciepło. Optymalizacja termomodernizacji przegród budowlanych. Opis i modernizacja systemu grzewczego oraz wentylacji.	P. Rynkowski
5. Miejscowość: Białystok		data wykonania opracowania: kwiecień 2025	

6. Spis treści

1. Strona tytułowa.....	1
2. Karta audytu energetycznego budynku	3
3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora	7
4. Inwentaryzacja techniczno – budowlana budynku.....	8
4.1. Dane ogólne o budynku.....	8
4.2. Uproszczona dokumentacja techniczna.....	9
4.3. Opis techniczny podstawowych elementów	9
4.4. Charakterystyka energetyczna.....	10
4.5. Charakterystyka systemu grzewczego.....	11
4.7. Charakterystyka systemu wentylacji	13
4.8. Charakterystyka źródła ciepła	13
5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku	13
5.1. Przegrody zewnętrzne	13
5.2. System grzewczy.....	13
6. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego	15
7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	16
7.1. Wskazanie usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną	16
7.2. Wybór optymalnych usprawnień dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło ..	16
7.2.1. Określenie optymalnego oporu cieplnego dodatkowej warstwy izolacji termicznej w przegrodach zewnętrznych.....	17
7.2.2. Określenie usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących przygotowania ciepłej wody użytkowej.....	19
7.2.3. Zestawienie optymalnych usprawnień według rosnącej wartości SPBT	21
7.3. Wybór optymalnego wariantu usprawnień termomodernizacyjnych poprawiających sprawność systemu grzewczego	22
7.3.1. Zestawienie usprawnień systemu grzewczego, ich kosztów i efektów.....	22
7.3.2. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność cieplną systemu ogrzewania.....	25
7.3.3. Zestawienie usprawnień składających się na optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu ogrzewania	26
7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.....	27
7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych	27
7.4.2. Obliczenie zdyskontowanej wartości netto NPV wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych.....	28
7.4.3. Ocena wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań „Ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów”	30
Premia stanowi 26% wysokości nakładów całkowitych.....	31
7.4.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	31
8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji	32
8.2. Charakterystyka finansowa	33
8.3. Dalsze działania inwestora.....	33
ZAŁĄCZNIK 1	35
ZAŁĄCZNIK 2.....	43
ZAŁĄCZNIK 3	61

2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja / technologia budynku	„cegła żerańska”	„cegła żerańska”
2.	Liczba kondygnacji	2, 3 + piwnica	2, 3 + piwnica
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	17 756,9	17 756,9
4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m ²]	5 473,2	5 473,2
5.	Powierzchnia użytkowa służąca celom mieszkalnym i wykonywaniu zadań publicznych przez organy administracji publicznej [m ²]	5 473,2	5 473,2
6.	Wskaźnik udziału powierzchni (poz.5)/(poz.4) [%]	100%	100%
7.	Liczba lokali mieszkalnych	—	—
8.	Liczba osób użytkujących budynek (średnia)	573	573
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	centralna instalacja c.w.u.	miejscowo, za pomocą podgrzewaczy elektrycznych
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	centralne, za pomocą kotła gazowego	centralne, za pomocą powietrznej pompy ciepła
11.	Współczynnik A/V [1/m]	0,53	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	—	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/(m ² ·K)]			
1.	Ściany zewnętrzne: - kondygnacji nadziemnych, - piwnicy	0,257 0,183; 0,239;	0,098 0,093
2.	Stropodach wentylowany	0,218	0,087
3.	Stropodach pełny	0,287; 0,216	0,097
4.	Okna	1,300	0,900
5.	Drzwi zewnętrzne	1,70	1,30
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,86	3,00
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,80	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,77	0,88
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia [-]	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]	1,00	1,00
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,65	0,96
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,50	1,00
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji [-]	0,60	0,85

5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	nieszczelności stolarki, mikrowentylacja stolarki / kanały wentylacyjne*	kanały wentylacji grawitacyjnej/ nawiewniki podokienne; kanały wentylacji mechanicznej
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h]	19 385,6	19 385,6
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	śr. 1,1	śr. 1,1
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	381,99	334,51
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	18,55	18,55
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1 258,56	974,46
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego, przerw w ogrzewaniu / z systemem PV*) [GJ/rok]	2 375,54	384,9
5.	Obliczeniowe średnie zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	625,17	149,4
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła, wartość wyznaczona na podstawie zużycia gazu) [GJ/rok]	1 554,53	—
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]		—
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² ·rok)]	63,88	49,46
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² ·rok)]	120,56	19,51
10. ¹⁾	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	—	21,7%
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku i na cele podgrzewu wody użytkowej ²⁾ [zł/GJ]	89,26	367,67
2.	Opłata za moc zamówioną [zł/MW/m-c] Na podstawie mocy umownej 360 kWh/h	7 040,52	33 185,40
3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej ²⁾ [zł/m ³]	47,45	46,71
4.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)]	3,72	3,53
5.	Inne [zł]		

8.1. Wskaźniki dla optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
1.	EK wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową (bez oświetlenia, z uwzględnieniem systemu PV) [kWh/(m ² ·rok)] ^{a)}	153,0	27,6
2.	EP wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną (bez uwzględnienia oświetlenia) [kWh/(m ² ·rok)] z uwzględnieniem systemu PV i energią pomocniczą [kWh/(m ² ·rok)] ^{b)}	184,4	54,38
3.	Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię [%]	82,2%	
4.	Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię końcową [GJ/rok]	2 469,10	
5.	Średnioroczna oszczędność energii finalnej [toe/rok]	58,97	
6.	Uniknięta emisja CO ₂ [tCO ₂ /rok]	77,99	
7.	Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok] ^{c)}	16 495	
8.	Moc instalacji OZE w ramach termomodernizacji [kW] ^{d)}	nd.	
8.2. Charakterystyka ekonomiczna przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
1.	Koszty całkowite przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, bez kosztów, o których mowa w wierszu 2 [zł]	netto	brutto
		203 252,03	250 000,00
2.	Koszty zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii [zł] ^{d)}	netto	brutto
		5 301 154,47	6 520 420,00
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 [%] ^{d)}	3,69%	
4.	Czy inwestorowi przyznano grant OZE: TAK/NIE ⁵⁾		
5.	Premia termomodernizacyjna ⁶⁾ [zł] ^{e)}	1 760 309,20	
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)]		65	
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 [zł] ^{8)**)}		nd.	

10. Premia MZG i grant MZG ⁹⁾	
1. Przed realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego / W ramach przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ⁷⁾ w budynku jest spełniony 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]	nd.
3. Wysokość grantu MZG [zł] ^{4)***)}	nd.
4. Wysokość premii MZG łącznie z wartością grantu MZG [zł]	nd.
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 ⁴⁾ , 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⁾	
<p>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.</p> <p>²⁾ Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii.</p> <p>³⁾ Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii.</p> <p>⁴⁾ Jeśli dotyczy.</p> <p>⁵⁾ Jeśli dotyczy, w przypadku, gdy Inwestorowi nie przyznano grantu OZE.</p> <p>⁶⁾ Należy wpisać 0, jeśli Inwestorowi została przyznana premia MZG.</p> <p>⁷⁾ Niepotrzebne skreślić.</p> <p>⁸⁾ Należy wpisać 0, jeśli Inwestorowi nie przysługuje premia termomodernizacyjna.</p> <p>⁹⁾ Dotyczy Inwestora, o którym mowa w art. 11g ust. 1 pkt 1 ustawy.</p> <p>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.</p> <p>[*]) Wysokość premii termomodernizacyjnej wynosi:</p> <p>1) 26% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, w przypadku, o którym mowa w art. 5 ust. 1 ustawy;</p> <p>2) 31% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, w przypadku, o którym mowa w art. 5 ust. 2a ustawy;</p> <p>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.</p> <p>^{**)} 10% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego netto.</p> <p>^{***)} 30% kosztów przedsięwzięcia netto.</p> <p>^{a)} wielkość opłat i oszczędności wynika z zastosowanych do jej wyznaczenia: obliczeniowych mocy cieplnych, obliczeniowych temperatur wewnętrznych w budynku oraz warunków standardowego sezonu grzewczego</p>	

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

Dostępna dokumentacja projektowa:

- projekt techniczny instalacji elektrycznych wewnętrznych, przebudowy i zmiany sposobu użytkowania, Białystok, 2008.
- audyt energetyczny budynku Szkoły Podstawowej nr 2 w Wasilkowie, ul. Polna nr 1/4A, luty 2003 r.

Inne dokumenty:

- aktualne na dzień wykonania audytu ceny nośnika energii cieplnej,
- aktualne rozporządzenia, normy, wycena nakładów inwestycyjnych udostępniona przez Inwestora.

Osoby udzielające informacji:

- Pani Dorota Sienkiewicz (Urząd Miejski w Wasilkowie; ul. Białostocka 7, 16-010 Wasilków, pok. nr 5; email: d.sienkiewicz@wasilkow.pl; tel.: (85) 7185 400 wew. 018; <https://wasilkow.pl>),
- Pani Anna Fidurska, dyrektor szkoły.

Wytyczne i uwagi inwestora (zlecniodawcy) stanowiące ograniczenia zakresu możliwych usprawnień:

- obniżenie strat ciepła przez przenikanie dzięki dociepleniu przegród zewnętrznych, stropów oraz wymianie stolarki okiennej i drzwiowej zewnętrznej,
- obniżenie kosztów eksploatacji z tytułu ogrzewania budynku,
- wykorzystanie wytycznych Ustawy z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów z późn. zmianami,
- niebranie pod uwagę docieplenia podłóg na gruncie/w piwnicy,
- modernizacja systemu grzewczego, nowe źródło ciepła – powietrzna pompa ciepła oraz całkowicie nowa instalacja c.o.

Zadeklarowany maksymalny udział własny na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz wysokość kredytu możliwego do zaciągnięcia:

- wkład własny inwestora w kwocie: 0,00 zł.
- maksymalna wysokość kredytu możliwego do zaciągnięcia: 7 000 000 zł.

4. INWENTARYZACJA TECHNICZNO – BUDOWLANA BUDYNKU

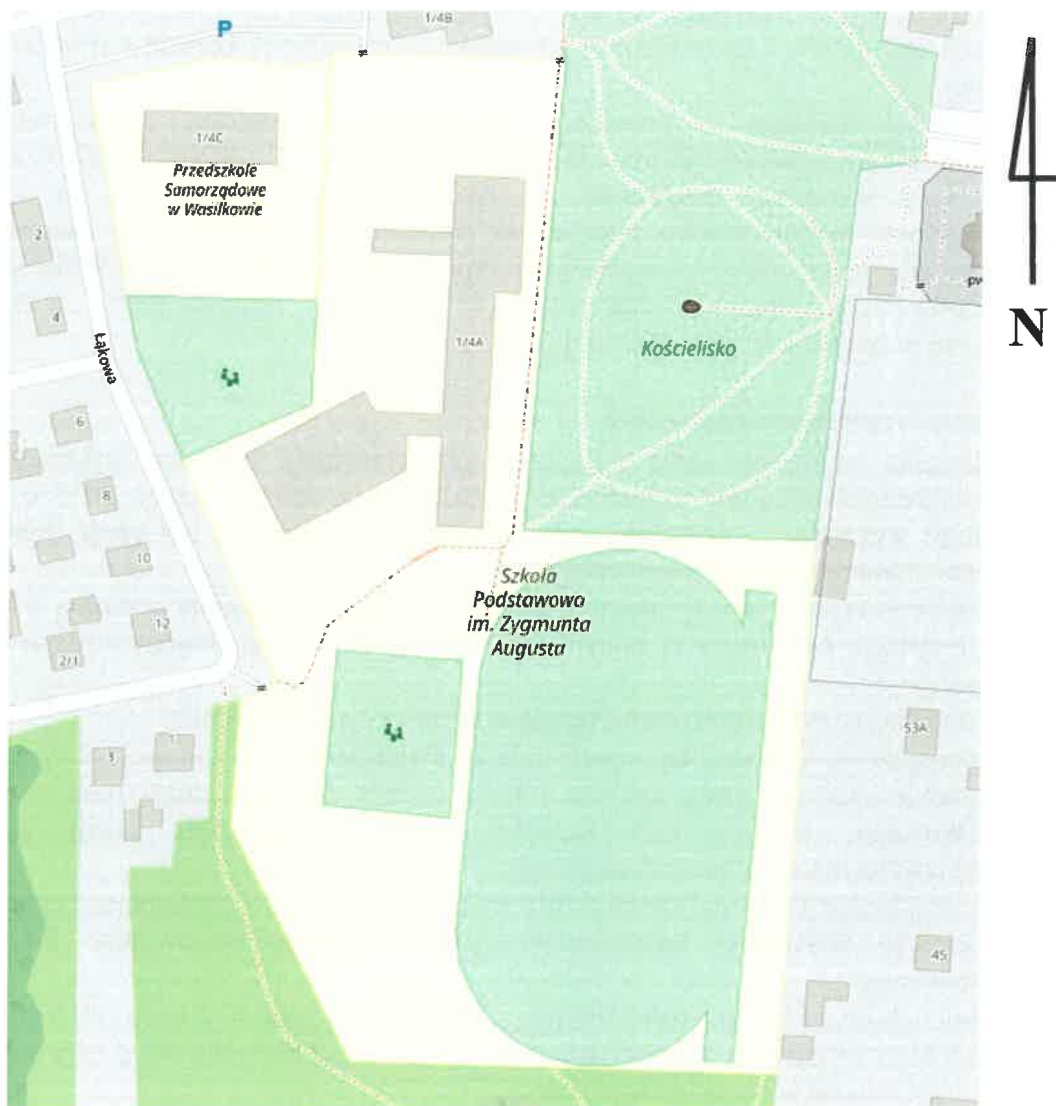
4.1. Dane ogólne o budynku

Własność	Gmina Wasilków ul. Białostocka 7 16-010 Wasilków Województwo podlaskie
Przeznaczenie budynku	szkoła
Adres	Szkoła Podstawowa nr 2 w Wasilkowie ul. Polna ¼ A 16-010 Wasilków
Rodzaj budynku	użyteczności publicznej: oświaty i nauki

Rok budowy	1982	Rok zasiedlenia	1983
Technologia budynku	„cegła żerańska”		
1. Powierzchnia zabudowy (m²)	2 616	9. Liczba klatek schodowych	3
2. Kubatura obiektu (m³)	26 950	10. Liczba kondygnacji	2, 3 + piwnice
3. Kubatura ogrzewanej części obiektu (pomieszczeń ogrzewanych) (m³)	17 756,9 (z pomieszczeniami w piwnicy)	11. Wysokość kondygnacji w świetle (m)	- 2,40 (piwnice) - 3,2; 3,6; (kondygnacje nadziemne)
4. Powierzchnia użytkowa (m²)	5 473,2	12. Liczba osób użytkujących	573
5. Powierzchnia komunikacji (m²)	1 634,7	13. Liczba pomieszczeń (średnia do obliczeń)	34
6. Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym (m²)	—	14. Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (sklepy, itp.)	—
7. Powierzchnia pomieszczeń w piwnicy (m²)	1 165,99	15. Powierzchnia netto budynku (m²)	5 473,2
8. Obiekt podpiwniczony	częściowo		

4.2. Uproszczona dokumentacja techniczna

Uproszczoną dokumentację techniczną (rzuty budynku) zawiera załącznik Z4. Poniżej przedstawiony został szkic usytuowania budynku względem stron świata.



Rysunek 1. Usytuowanie obiektu względem stron świata (o
Dane są dostępne są na licencji Open Database License <https://www.openstreetmap.org/copyright>)

4.3. Opis techniczny podstawowych elementów

Budynek Szkoły Podstawowej Nr 2 w Wasilkowie został oddany do użytku w latach 80-tych XX w. Wykonany jest w technologii „Cegły Żerańskiej”. Budynek składa się z dwóch połączonych łącznikiem – trzykondygnacyjnej części dydaktycznej, która jest podpiwniczona oraz budynku Sali gimnastycznej (część niepodpiwniczona).

Układ konstrukcyjny budynku podłużny. Ściany zewnętrzne nośne wykonane są w technologii „Cegły Żerańskiej” – płyta kanałowa 24 cm, gazobeton 12 cm. Ściany zewnętrzne osłonowe wykonane z gazobetonu grubości 30 cm. Ściany piwnic wykonano z bloków kanałowych lub betonu.

Stropy i nadproża prefabrykowane, częściowo wylewane. Stropy wykonane z płyt kanałowych. Stropodach wentylowany złożony jest z płyt kanałowych, pustki powietrza

wentylowanej, płyt korytkowych oraz warstw papy na lepiku. Pierwotnie izolację stanowiła 6 cm warstwa wełny mineralnej.

W pierwszej dekadzie 2000 roku budynek został poddany termomodernizacji. Docieplono ściany zewnętrzne nadziemna 13 cm warstwą styropianu. Ściany zewnętrzne piwnic ogrzewanych docieplono 15 cm warstwą styropianu. Stropodach wentylowany oraz stropodach nad galerią i łącznikiem docieplono 12 cm warstwą izolacji termicznej – wełny mineralnej.

Stolarka okienna i drzwiowa plastikowa w średnim stanie technicznym, o współczynniku przenikania ciepła odpowiednio okna $U = 1,30 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, drzwi zewnętrzne - $U = 1,70 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Przewiduje się wymianę istniejących okien na nowe okna o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła $U = 0,90 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, natomiast drzwi zewnętrznych o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła $U = 1,30 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych wymienionych w powyższym opisie znajduje się w załączniku nr 1.

4.4. Charakterystyka energetyczna

Obliczenia zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku wykonano zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej.

Obliczenia szczytowej mocy grzewczej wykonano zgodnie z normą PN-EN ISO 12831 „Instalacje grzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowanego obciążenia cieplnego”.

Dodatkowo wykorzystano następujące normy i rozporządzenia:

- Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 29 kwietnia 2020 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego,
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 5 lipca 2013 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie,
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej,
- PN-EN ISO 6946 „Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń”,
- PN-EN ISO 14683 "Mostki cieplne w budynkach - Liniowy współczynnik przenikania ciepła - Metody uproszczone i wartości orientacyjne",
- PN-EN ISO 13790:2009 "Energetyczne właściwości użytkowe budynków - Obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia".

Strumień powietrza wentylacyjnego dla budynku obliczono zgodnie z wymaganiami zawartymi w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej, a także z wymaganiami zawartymi w PN-83/B-03430 „Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej”.

Obliczenia wykonano przy pomocy programu komputerowego Audytor OZC 7.0 Pro, przyjmując wieloletnie dane klimatyczne podane na stronie Ministerstwa infrastruktury, dla danych meteorologicznych ze stacji Białystok.

Wyniki obliczeń przedstawiono poniżej:

- szczytowa moc grzewcza
(zapotrzebowanie na moc cieplną z obliczeń dla całego budynku... $q_{moc} = 381,99 \text{ kW}$
- roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku..... $Q_H = 1\,258,56 \text{ GJ/rok}$

Koszt energii cieplnej:

Opłaty ponoszone przez odbiorcę ciepła, na potrzeby c.o. i c.w.u. przed termomodernizacją budynku wynoszą:

- opłata za ciepło, bez uwzględnienia sprawności wytwarzania – 89,26 zł/GJ,
- opłata za ciepło, z uwzględnieniem sprawności wytwarzania – 103,79 zł/GJ,
- opłata za moc – 7 040,52 zł/MW/m-c (wyznaczona na podstawie faktur),
- opłata abonamentowa – 148,83 zł/punkt/m-c.

Opłaty ponoszone przez odbiorcę ciepła, na potrzeby c.o. po modernizacji źródła ciepła będą wynosiły (dla danych, na podstawie faktur za energię elektryczną z 2024/2025 roku):

- opłata za ciepło, bez uwzględnienia sprawności wytwarzania – 367,67 zł/GJ,
- opłata za ciepło, z uwzględnieniem sprawności wytwarzania – 122,56 zł/GJ,
- opłata za moc – 33 185,40 zł/MW/m-c,
- opłata abonamentowa – 11,69 zł/punkt/m-c.

Podane ceny są cenami brutto.

4.5. Charakterystyka systemu grzewczego

Skróconą charakterystykę systemu grzewczego przedstawiono poniżej.

Typ instalacji c.o.	dwururowa, pompowa, z rozdziałem dolnym
Parametry pracy instalacji c.o.	90/70 °C
Przewody w instalacji c.o.	z rur stalowych
Izolacja przewodów poziomych	izolacja w stanie niekompletnym
Odpowietrzenie instalacji	odpowietrzniki automatyczne
Grzejniki	
Typ	grzejniki członowe żeliwne, rurowe żebrowane
Zasłonięcie	częściowe – osłona żaluzyjna, drewniana
Zawory termostaticzne	tak (część zaworów niesprawna, brak części głowic termostaticznych – świadomie usunięta przez użytkowników)
System pomiarowy	brak
Ilość dni ogrzewania w tygodniu	7
Ilość godzin ogrzewania w ciągu doby	24

Istniejącą instalację oraz źródło ciepła można scharakteryzować współczynnikami sprawności przedstawionymi w poniższej tabeli.

Wyszczególnienie współczynnika	Wartość
1	2
Wytwarzania ciepła	$\eta_{H,g0} = 0,86$
Przesyłania ciepła	$\eta_{H,d0} = 0,80$
Regulacji i wykorzystania systemu grzewczego $\eta_{H,e} = \eta_{H,e'} + 0,03 \cdot X - 0,03$ ($X=1$)	$\eta_{H,e0} = 0,77$
Akumulacji ciepła	$\eta_{H,s0} = 1,00$
Sprawność całkowita systemu grzewczego	$\eta_0 = 0,5298$
Uwzględnienie przerw w ogrzewaniu w okresie tygodnia	$w_{t0} = 1,00$
Uwzględnienie przerw w ogrzewaniu w okresie doby	$w_{d0} = 1,00$

4.6. Charakterystyka instalacji c.w.u.

Rodzaj opisu	Stan istniejący
1	2
Sposób przygotowania c.w.u.	kotłownia gazowa, podgrzewacze zasobnikowe
Przewody w instalacji c.w.u.	stalowe, ocynkowane
Izolacja przewodów poziomych	niepełna
Opomiarowanie	w budynku znajduje się główny wodomierz do wody zimnej
Średnie roczne zużycie ciepłej wody (dane projektowe „Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej”)	obliczone – 1 176 m ³

Średnie roczne zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. wynoszące 625,17 GJ/rok wyliczono w załączniku Z1.2.

Istniejącą instalację c.w.u. można scharakteryzować współczynnikami sprawności przedstawionymi w tabeli poniżej:

Wyszczególnienie współczynnika	Wartość
1	2
Wytwarzania ciepła	$\eta_{W,g0} = 0,65$
Przesyłania ciepła	$\eta_{W,d0} = 0,50$
Akumulacji ciepła	$\eta_{W,s0} = 0,60$
Sprawność wykorzystania	$\eta_{W,e0} = 1,00$
Sprawność całkowita	$\eta_{W,0} = 0,1950$

4.7. Charakterystyka systemu wentylacji

Wymiana powietrza w budynku odbywa się za pomocą wentylacji grawitacyjnej i mechanicznej. Dla wentylacji grawitacyjnej napływ powietrza następuje przez stolarkę okienną i drzwiową, a usuwanie przez kanały wentylacyjne z kratkami. Wentylacja mechaniczna została wykonana na potrzeby kuchni i natrysków sali gimnastycznej. Łączny strumień powietrza wentylacyjnego na potrzeby kuchni i natrysków wynosi 6 015 m³/h. Wentylacja mechaniczna działa tylko podczas przygotowywania posiłków i konsumpcji oraz w przypadku prysznicy po użyciu natrysków. Średni czas pracy wentylacji mechanicznej wynosi około 4 godzin w ciągu doby.

Strumień powietrza wentylacyjnego dla budynku obliczono zgodnie z wymaganiami zawartymi w PN-EN ISO 12831 „Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowanego obciążenia cieplnego” oraz Metodologią Świadectw. Szczegółowe obliczenia zamieszczono w załączniku Z 1.1. Wynosi on 19 385,6 m³/h.

4.8. Charakterystyka źródła ciepła

Źródłem ciepła na cele centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej są dwa kotły gazowe firmy Vaillant typu GP-210-191 o znamionowej mocy cieplnej każdego z nich 191 kW. Łączna moc kotłów gazowych to 380 kW. Parametry pracy czynnika grzewczego wynoszą $t_z/t_p = 80/60^{\circ}\text{C}$. Pracą kotłów steruje regulator kaskadowy. Kotłownia wyposażona jest w automatykę pogodową i stabilizację temperatury wody w zasobnikach. Zabezpieczenie instalacji przed nadmiernym wzrostem ciśnienia stanowi naczynie wzbiorcze przeponowe.

Po ustaleniach z Inwestorem planowana jest modernizacja źródła ciepła poprzez dodanie do systemu grzewczego drugiego źródła ciepła - powietrznej pompy ciepła. System grzewczy będzie pracował w układzie biwalentnym, gdzie szczytowym źródłem ciepła będzie istniejący kocioł gazowy.

5. OCENA AKTUALNEGO STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU

5.1. Przegrody zewnętrzne

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury dotyczącym warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z dnia 5 lipca 2013 roku wymagania odnośnie racjonalizacji zużycia energii w budynkach termomodernizowanych uznaje się za spełnione, jeśli przegrody zewnętrzne budynku oraz technika instalacyjna odpowiadają wymaganiom izolacyjności cieplnej.

Ponieważ niektóre współczynniki przenikania ciepła przegród niniejszego budynku przekraczają nieznacznie aktualnie wymagane wartości. Można poprawić jego charakterystykę energetyczną.

5.2. System grzewczy

W budynku znajduje się instalacja c.o. dwururowa pompowa z rozdziałem dolnym, poddana modernizacji na początku dekady 2000 roku poprzez zamontowanie termostatycznych zaworów przygrzejnikowych wraz z głowicami termostatycznymi. Podczas wizji lokalnej w dniu 12.03.2025 r. stwierdzono, że na zaworach brak jest wielu głowic termostatycznych. Według dyrekcji szkoły, podczas wielu lat użytkowania budynku, celem minimalizacji dewastacji instalacji c.o. (co miało miejsce) część głowic była świadomie zdemonstrowana. Wiele grzejników jest osłonięta przez drewnianą żaluzję, co ma wpływ na sprawność konwersji ciepła instalacji c.o.

Po ustaleniach z Inwestorem w wyniku planowanej modernizacji źródła ciepła na powietrzną pompę ciepła przewiduje się wykonanie całkowicie nowej instalacji centralnego ogrzewania o parametrach pracy planowanej pompy ciepła. Nowy system grzewczy będzie pracował w układzie biwalentnym. Szczytowym źródłem ciepła będzie istniejący kocioł gazowy.

Po wykonaniu prac dociepleniowych należy wykonać regulację hydrauliczną instalacji centralnego ogrzewania, która umożliwi prawidłowy rozkład przepływu nośnika ciepła do poszczególnych grzejników w całym budynku po zmniejszeniu projektowego obciążenia cieplnego poszczególnych pomieszczeń.

Zestawienie oceny stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy.

l.p.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1.	<p><u>Przegrody zewnętrzne</u></p> <p>Przegrody zewnętrzne budynku mają następujące wartości współczynnika przenikania ciepła U [W/(m²·K)]:</p> <ul style="list-style-type: none"> – ściany nadziemne... $U=0.24$; 0.26; 0.18, – dach 0.22; 0.29. 	<p>Należy docieplić przegrody zewnętrzne budynku. Maksymalne wartości współczynnika U [W/(m²·K)] po termomodernizacji wg WT, które obowiązują od 31 grudnia 2020 r.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ściany - $U = 0,20$ (przy $t_{\geq 16^{\circ}\text{C}}$), -dachy, stropodach i stropy pod nieogrzewanymi poddaszami – $U = 0,15$ (przy $t_{\geq 16^{\circ}\text{C}}$).
2.	<p><u>Okna</u></p> <p>Okna o współczynniku $U = 1,30$ W/(m²·K).</p>	<p>Wskazana wymiana okien o współczynniku $U=1,30$ W/(m²·K) na szczelne, (z napływem powietrza zewnętrznego w ilości niezbędnej dla potrzeb wentylacyjnych przez urządzenia nawiewne umieszczane w oknach lub innych częściach przegród zewnętrznych), o niskim współczynniku U (od 1 stycznia 2021 r. nie większym niż 0,90 dla $t_{\geq 16^{\circ}\text{C}}$ i nie większym niż 1,40 dla $t_{\leq 16^{\circ}\text{C}}$) - pod warunkiem opłacalności.</p>
3.	<p><u>Drzwi wejściowe</u></p> <p>Drzwi wejściowe o współczynniku $U = 1,70$ W/(m²·K)</p>	<p>Wymiana drzwi zewnętrznych, o niskim współczynniku U, spełniającym wymagania ochrony cieplnej (wg WT, które obowiązują od 31 grudnia 2020r. $U_{\text{max}} < 1,30$ W/(m²·K)) - pod warunkiem opłacalności.</p>
4.	<p><u>Wentylacja</u></p> <p>Wentylacja grawitacyjna. W okresie zimowym może okresowo występować nadmierny napływ zimnego powietrza do budynku przez starą stolarkę okienną i drzwiową, wpływający na zużycie ciepła na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego.</p>	<p>Wskazana wymiana okien o współczynniku $U = 1,30$ W/(m²·K) na szczelne, (z napływem powietrza zewnętrznego w ilości niezbędnej dla potrzeb wentylacyjnych przez urządzenia nawiewne umieszczane w oknach lub innych częściach przegród zewnętrznych), o niskim współczynniku U (od 1 stycznia 2021 r. nie większym niż 0,90 dla $t_{\geq 16^{\circ}\text{C}}$ i nie większym niż 1,40 dla $t_{\leq 16^{\circ}\text{C}}$) - pod warunkiem opłacalności.</p> <p>Wykonanie wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła.</p>
5.	<p><u>Instalacja ciepłej wody użytkowej</u></p> <p>Ciepła woda przygotowywana w kotłowni gazowej</p>	<p>Przewiduje się zmianę źródła ciepła na cele podgrzewu c.w.u. Ze względu na charakter budynku, w wyniku zmiany źródła ciepła, po modernizacji systemu</p>

l.p.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
		grzewczego źródłem ciepła na cele podgrzewu wody użytkowej będą elektryczne pojemnościowe podgrzewacze wody.
6.	<p><u>System ogrzewania</u></p> <p>Instalacja c.o. tradycyjna, zasilana z kotłowni gazowej</p>	<p>Proponowana jest modernizacja systemu grzewczego polegająca na wykonaniu nowego źródła ciepła współpracująca z istniejącą kotłownią. Nowym źródłem ciepła będzie powietrzna pompa ciepła. Niezbędne prace modernizacyjne to:</p> <ul style="list-style-type: none"> – wykonanie dokumentacji technicznej nowego źródła ciepła, – wykonanie nowej kotłowni z powietrzną pompą ciepła współpracującą ze źródłem szczytowym w postaci istniejącego kotła gazowego, – wykonanie całkowicie nowej instalacji centralnego ogrzewania, – w celu ograniczenia zapotrzebowania na energię elektryczną z sieci elektroenergetycznej przewiduje wykonanie dodatkowego systemu PV o mocy 47,5 kWh współpracującego z istniejącym systemem fotowoltaicznym o mocy 47,5 kWp. <p><i>Rozwiązanie techniczne, urządzenia oraz armatura zastosowana w źródle ciepła oraz instalacji centralnego ogrzewania należy do projektanta systemu.</i></p> <p><i>Zaproponowane w audycie ceny i urządzenia dotyczące powietrznej pompy ciepła na podstawie cenników firm instalacyjnych producentów i wykonawczych. Ceny na potrzeby audytu energetycznego.</i></p>

6. WYKAZ USPRAWNIEN I PRZEDSIĘWZIĘĆ TERMOMODERNIZACYJNYCH WYBRANYCH NA PODSTAWIE OCENY STANU TECHNICZNEGO

l.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1.	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez ściany zewnętrzne budynku.	Ocieplenie ścian metodą ETICS /BSO (styropian), ścian piwnic zagłębionych w gruncie styropianem odpornym na oddziaływanie wody od strony zewnętrznej po ich odkopaniu.
2.	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez stropodach (wentylowany i stropodach pełny)	Ocieplenie stropodachu materiałem termoizolacyjnym płytami z wełny mineralnej lub styropianu

l.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
3.	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez stare okna i drzwi w budynku.	Wymiana starych okien na nowoczesne okna szczelne, o niskim współczynniku U , zapewnieniem napływu świeżego powietrza przez nawiewniki okienne lub inne elementy nawiewne umieszczane w oknach lub ścianach. Wymiana starych drzwi na nowoczesne drzwi szczelne, o niskim współczynniku U .
5.	Podwyższenie sprawności instalacji c.w.u.	Przewiduje się zmianę źródła ciepła na cele podgrzewu c.w.u. na elektryczne pojemnościowe podgrzewacze wody.
6.	Podwyższenie sprawności systemu grzewczego	Wykonanie nowego źródła ciepła w postaci powietrznej pompy ciepła (lub kaskady powietrznych pomp ciepła) oraz całkowicie nowej instalacji c.o.

7. OKREŚLENIE OPTYMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO

7.1. Wskazanie usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną

Do usprawnień termomodernizacyjnych rozpatrywanych w audycie energetycznym należą:

- 1) Usprawnienia dotyczące bryły budynku (zmniejszające straty ciepła przez przenikanie i wentylację):
 - a) docieplenie ścian zewnętrznych do fundamentów
 - b) docieplenie stropodachu wentylowanego,
 - c) docieplenie stropu nad galerią, łącznikiem i salą gimnastyczną,
 - d) wymiana okien i drzwi.
- 2) Usprawnienia dotyczące systemu grzewczego budynku (zmniejszające zużycie ciepła):
 - a) wykonanie nowego systemu grzewczego,
 - b) modernizacja instalacji c.w.u.

7.2. Wybór optymalnych usprawnień dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

Przy określaniu optymalnych usprawnień przyjęto następujące dane:

$O_{0,1z}$89,26 zł/GJ
 $O_{0,1z'}$103,79 zł/GJ (z uwzględnieniem sprawności wytwarzania)
 $O_{0,1m}$ 7 040,52 zł/MW/m-c
 $A_{0,1}$ 148,83 zł/punkt/m-c
 t_{z0} -20 °C,

$t_{wo\ 16,50}$ 16,50°C* (temperatura średnia ważona do optymalizacji docieplenia stropodachu wentylowanego, dachu, ścian nadziemna oraz wymiany okien i drzwi zewnętrznych)

$Sd\ 16,50$ 3 283,4 dzień·K/rok

$t_{wo\ 15,60}$ 15,60°C* (do optymalizacji docieplenia ścian zewnętrznych piwnicy)

$Sd\ 15,60$ 3 074,60 dzień·K/rok

*wartości średnie ważone liczone powierzchniami przegród.

7.2.1. Określenie optymalnego oporu cieplnego dodatkowej warstwy izolacji termicznej w przegrodach zewnętrznych

Ściany zewnętrzne nadziemne

Stan istniejący: $U = 0,257\ W/(m^2 \cdot K)$

Powierzchnia przegrody do strat ciepła: 1 974 m².

Powierzchnia przegrody do docieplenia: 3 059 m².

Dodatkowa izolacja: $\lambda = 0,038\ W/m \cdot K$ (styropian o podwyższonej odporności na oddziaływanie wody, metoda ETICS /BSO czy „lekka-mokra”).

Wartość N_U przyjęto na podstawie oferty lokalnych firm budowlanych.

Grubość opt. =	0,10	0,11	0,12	0,15	0,20	0,22	0,24	0,25	<i>m</i>
$U_{sr.waż.}$ =	0,153	0,147	0,142	0,128	0,109	0,103	0,098	0,096	<i>W/(m²·K)</i>
ΔR =	2,63	2,89	3,16	3,95	5,26	5,79	6,32	6,58	<i>(m²·K)/W</i>
Koszt jednostkowy =	295,0	299,5	304,0	317,5	340,0	351,0	362,0	368,5	<i>zł/m²</i>
N_U =	902 405	916 171	929 936	971 233	1 040 060	1 073 709	1 107 358	1 127 242	<i>zł</i>
SPBT =	134,84	129,48	125,14	116,269	109,06	108,23	107,89	108,150	<i>lat</i>

Uwagi: Uwzględniono, przy grubościach >10 cm, przyrost kosztu jednostkowego spowodowany koniecznością zastosowania dłuższych kołków. Przy ustalaniu powierzchni do docieplenia powierzchnię do strat powiększono o 5% ze względu na konieczność docieplenia ościeży okiennych.

Opłacalna ekonomicznie grubość docieplenia zapewniająca wymaganą wartość współczynnika przenikania ciepła ścian po termomodernizacji wg WT 2021 wynosi 24 cm (dla $\lambda = 0,038\ W/m \cdot K$).

Koszt docieplenia ścian zewnętrznych wyniesie:

$$3\ 059\ m^2 \times 362\ zł/m^2 = \underline{1\ 107\ 358\ zł}.$$

Ściany zewnętrzne piwnicy

Stan istniejący: $U = 0,242\ W/(m^2 \cdot K)$

Powierzchnia przegrody do strat ciepła: 303 m².

Powierzchnia przegrody do docieplenia: 303 m².

Dodatkowa izolacja: $\lambda = 0,036\ W/m \cdot K$ (styropian o podwyższonej odporności na oddziaływanie wody, metoda ETICS /BSO czy „lekka-mokra”).

Wartość N_U przyjęto na podstawie oferty lokalnych firm budowlanych.

Grubość opt. =	0,08	0,10	0,15	0,2	0,22	0,24	0,25	0,28	<i>m</i>
$U_{sr.waż.}$ =	0,16	0,14	0,12	0,10	0,10	0,093	0,090	0,084	<i>W/(m²·K)</i>
ΔR =	2,22	2,78	4,17	5,56	6,11	6,67	6,94	7,78	<i>(m²·K)/W</i>
Koszt jednostkowy =	402,0	415,0	447,5	480,0	493,0	508,0	516,5	539,0	<i>zł/m²</i>
N_U =	121 806	125 745	135 593	145 440	149 379	153 924	156 500	163 317	<i>zł</i>
SPBT =	154,48	138,74	119,78	112,49	111,05	110,59	110,72	110,92	<i>lat</i>

Uwagi: Uwzględniono, przy grubościach >10 cm, przyrost kosztu jednostkowego spowodowany koniecznością zastosowania dłuższych kołków. Przy ustalaniu powierzchni do docieplenia powierzchnię do strat powiększono o 5% ze względu na konieczność docieplenia ościeży okiennych.

Opłacalna ekonomicznie grubość docieplenia zapewniająca wymaganą wartość współczynnika przenikania ciepła ścian po termomodernizacji wg WT 2021 wynosi 24 cm (dla $\lambda = 0,038 \text{ W/m}\cdot\text{K}$).

Koszt docieplenia ścian zewnętrznych piwnicy wyniesie:

$$303 \text{ m}^2 \times 508 \text{ zł/m}^2 = \underline{153\,924 \text{ zł.}}$$

Stropodach wentylowany

Stan istniejący: $U = 0,218 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$

Powierzchnia przegrody do strat ciepła: $1\,245 \text{ m}^2$.

Powierzchnia przegrody do docieplenia: $1\,307 \text{ m}^2$.

Dodatkowa izolacja: $\lambda = 0,036 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ (płyty z wełny mineralnej, płyty PIR).

Wartość N_U przyjęto na podstawie oferty lokalnych firm budowlanych.

Optymalizację, ze względów technicznych, zakończono na 30 cm.

Grubość opt. =	0,08	0,12	0,15	0,18	0,20	0,25	0,28	0,30	<i>m</i>
$U_{\text{śr.waż.}}$ =	0,147	0,126	0,114	0,104	0,099	0,087	0,081	0,077	<i>W/(m²*K)</i>
ΔR =	2,22	3,33	4,17	5,00	5,56	6,94	7,78	8,33	<i>(m²*K)/W</i>
Koszt jednostkowy =	475,6	488,9	498,0	507,6	514,0	530,0	554,6	571,0	<i>zł/m²</i>
N_u =	621 609	638 992	650 886	663 433	671 798	692 710	724 862	746 297	<i>zł</i>
SPBT =	214,64	171,10	154,09	143,35	138,21	129,62	129,86	130,39	<i>lat</i>

Grubość optymalna ekonomicznie, zapewniająca wymaganą wartość współczynnika przenikania ciepła stropodachu po termomodernizacji wg WT 2021 (tab. 5.2) wynosi 25 cm (jeśli $\lambda = 0,036 \text{ W/m}\cdot\text{K}$).

Koszt docieplenia stropodachu wentylowanego wyniesie:

$$1\,307 \text{ m}^2 \times 530 \text{ zł/m}^2 = \underline{692\,710 \text{ zł.}}$$

Stropodach pełny nad galerią, łącznikiem i salą gimnastyczną

Stan istniejący: $U = 0,267 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$

Powierzchnia przegrody do strat ciepła: $1\,239 \text{ m}^2$.

Powierzchnia przegrody do docieplenia: $1\,301 \text{ m}^2$.

Dodatkowa izolacja: $\lambda = 0,036 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ (płyty z wełny mineralnej, płyty PIR).

Wartość N_U przyjęto na podstawie oferty lokalnych firm budowlanych.

Optymalizację, ze względów technicznych, zakończono na 30 cm.

Grubość opt. =	0,10	0,12	0,15	0,18	0,20	0,25	0,28	0,30	<i>m</i>
$U_{\text{śr.waż.}}$ =	0,157	0,145	0,130	0,118	0,111	0,097	0,090	0,086	<i>W/(m²*K)</i>
ΔR =	2,63	3,16	3,95	4,74	5,26	6,58	7,37	7,89	<i>(m²*K)/W</i>
Koszt jednostkowy =	482,0	488,9	499,0	509,1	514,0	530,0	554,6	571,0	<i>zł/m²</i>
N_u =	627 082	636 059	649 199	662 339	668 714	689 530	721 535	742 871	<i>zł</i>
SPBT =	140,49	128,55	116,97	109,652	105,82	100,04	100,61	101,26	<i>lat</i>

Grubość optymalna ekonomicznie, zapewniająca wymaganą wartość współczynnika przenikania ciepła stropodachu po termomodernizacji wg WT 2021 (tab. 5.2) wynosi 25 cm (jeśli $\lambda = 0,036 \text{ W/m}\cdot\text{K}$).

Koszt docieplenia stropodachu wentylowanego wyniesie:
 $1\,301\text{ m}^2 \times 530\text{ zł/m}^2 = \underline{689\,530\text{ zł.}}$

Wymiana okien

Stan istniejący okien: $U = 1,30\text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$.

$C_{r0} = 1,1$ $C_{r1} = 1,0$
 $C_{m0} = 1,2$ $C_{m1} = 1,0$
 $C_{w0,1} = 1,0$

$V_{\text{norm.}} = 12\,610\text{ m}^3/\text{h}$

$U_I =$	0,90	0,80	0,70	$\text{W/(m}^2\cdot\text{K)}$
Koszt całkowity =	1 786 700	2 522 400	3 258 100	zł
SPBT =	42,74	43,58	44,06	lat

Uwagi: Nakłady jednostkowe zawierają koszt montażu okien w wysokości 200 zł/m². Ceny przyjęto na podstawie oferty lokalnych dystrybutorów.

Koszt wymiany okien w piwnicach wyniesie:
 $1\,051\text{ m}^2 \times (1500 + 200)\text{ zł/m}^2 = \underline{1\,786\,700\text{ zł.}}$

Wymiana drzwi zewnętrznych

Stan istniejący drzwi: $U = 1,70\text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$.

$C_{r0} = 1,1$ $C_{r1} = 1,0$
 $C_{m0} = 1,3$ $C_{m1} = 1,0$
 $C_{w0,1} = 1,0$
 $V_{\text{norm.}} = 408\text{ m}^3/\text{h}$

$U_I =$	1,30	1,20	1,10	$\text{W/(m}^2\cdot\text{K)}$
Koszt całkowity =	69 700	96 900	124 100	zł
SPBT =	49,87	50,53	50,91	lat

Uwagi: Nakłady jednostkowe zawierają koszt montażu drzwi w wysokości 250 zł/m². Ceny przyjęto na podstawie oferty lokalnych dystrybutorów.

Koszt wymiany drzwi zewnętrznych wyniesie:
 $34\text{ m}^2 \times (1800 + 250)\text{ zł/m}^2 = \underline{69\,700\text{ zł.}}$

7.2.2. Określenie usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących przygotowania ciepłej wody użytkowej

W ramach zmniejszenia kosztów eksploatacyjnych za podgrzew wody użytkowej, uwzględniając istniejącą instalację PV, proponuje się zmianę sposobu podgrzewu c.w.u. z istniejącego źródła ciepła na elektryczne, pojemnościowe podgrzewacze wody.

Zestawienie nakładów inwestycyjnych na wykonanie instalacji c.w.u. na podstawie oferty firmy instalacyjnej:

Inwestycja	Ilość jedn. szt.	Cena+ Robocizna zł/szt.	Koszt całkowity
			zł
Ogrzewacz elektryczny wody 10 dm ³	9	569 + 350	8 271
Ogrzewacz elektryczny wody 80 dm ³	1	800 + 600	1 400
		RAZEM	9 671

Koszt realizacji przedsięwzięcia modernizacyjnego wyniesie około: **9 671 zł.**

Przyjęte współczynniki sprawności instalacji c.w.u. przed modernizacją zawiera poniższa tabela.

Wyszczególnienie współczynnika	Wartość
1	2
Wytwarzania ciepła	$\eta_{w,gl} = 0,65$
Przesyłania ciepła	$\eta_{w,dl} = 0,50$
Akumulacji ciepła	$\eta_{w,sl} = 1,00$
Sprawność wykorzystania	$\eta_{w,e1} = 0,60$
Sprawność całkowita	$\eta_{w,1} = 0,1950$

Przyjęte współczynniki sprawności instalacji c.w.u. po modernizacji systemu c.w.u. zawiera poniższa tabela.

Wyszczególnienie współczynnika	Wartość
1	2
Wytwarzania ciepła	$\eta_{w,gl} = 0,96$
Przesyłania ciepła	$\eta_{w,dl} = 1,00$
Akumulacji ciepła	$\eta_{w,sl} = 1,00$
Sprawność wykorzystania	$\eta_{w,e1} = 0,85$
Sprawność całkowita	$\eta_{w,1} = 0,8160$

Wykaz opłat za c.w.u. przed modernizacją:

- | | |
|--|---------------|
| – zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. | 121,91 GJ/rok |
| – sprawność instalacji c.w.u. | 0,1950 |
| – zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. ze sprawnością całkowitą | 625,17 GJ/rok |
| – maksymalna moc cieplna na cele c.w.u. | 18,55 kW |

- opłata za 1 GJ podgrzewu c.w.u. 89,26 zł/GJ
- koszt podgrzewu c.w.u. 55 803 zł/rok

Wykaz opłat za c.w.u. po modernizacji:

- zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. 121,91 GJ
- sprawność instalacji c.w.u. 0,8160
- zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. ze sprawnością całkowitą 203,11 GJ/rok
- maksymalna moc cieplna na cele c.w.u. 18,55 kW
- opłata za 1 GJ podgrzewu c.w.u. 149,40 zł/GJ
- koszt podgrzewu c.w.u. 54 929 zł/rok

Według powyższego opisu oszczędności po modernizacji wyniosą:

$$\Delta Q_{\text{rcw}} = 55\,803 - 54\,929 = 874 \text{ zł/rok}$$

$$N_{\text{cw}} = 9\,671 \text{ zł}$$

$$\text{SPBT} = 9\,671 / 1\,188 = 11,07 \text{ lat}$$

7.2.3. Zestawienie optymalnych usprawnień według rosnącej wartości SPBT

Wybrane (w pkt. 7.1.) i zoptymalizowane (w pkt. 7.2.1.) ulepszenia termomodernizacyjne zmierzające do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło w wyniku zmniejszenia strat przenikania ciepła przez przegrody budowlane uszeregowano w tabeli według rosnącej wartości SPBT.

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowany koszt robót brutto [zł]	SPBT [lata]
1	2	3	4
1	modernizacja instalacji c.w.u.	9 671	11,1
2	wymiana okien	1 786 700	42,7
3	wymiana drzwi zewnętrznych	69 700	49,9
4	dociepleni stropodachu pełnego nad galerią, łącznikiem i salą gimnastyczną	689 530	100,0*
5	docieplenie ścian zewnętrznych nadziemna	1 107 358	107,9*
6	docieplenie ścian zewnętrznych piwnicy	153 924	110,6*
4	dociepleni stropodachu wentylowanego	692 710	129,6*

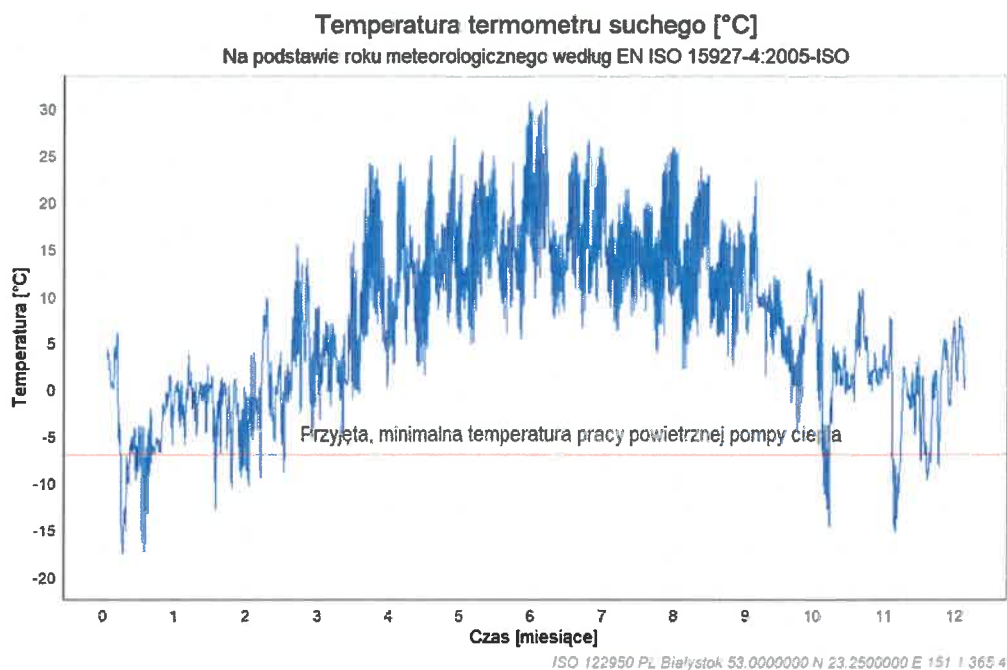
* - wyznaczone wartości SPBT są powyżej rzeczywistej wartości czasu zwrotu nakładów inwestycyjnej; wartości przedstawiono w celu pokazania kolejności przedsięwzięć modernizacyjnych.

7.3. Wybór optymalnego wariantu usprawnień termomodernizacyjnych poprawiających sprawność systemu grzewczego

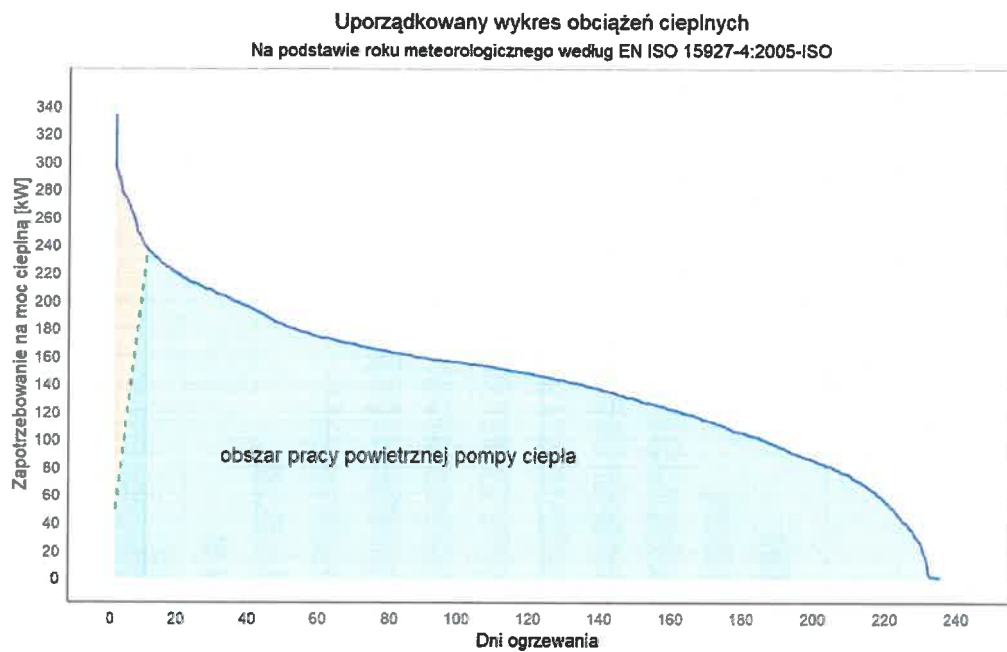
7.3.1. Zestawienie usprawnień systemu grzewczego, ich kosztów i efektów

l.p.	Rodzaj usprawnienia	Koszt [zł]	Zmienione współczynniki sprawności
1	2	3	4
1.	Nowy system grzewczy oparty na powietrznej pompie ciepła. Wykonanie nowej instalacji centralnego ogrzewania oraz niezbędnej dokumentacji technicznej.	2 153 257	$\eta_g = 3,00$ $\eta_d = 0,96$ $\eta_e = 0,88$ $\eta_s = 1,00$

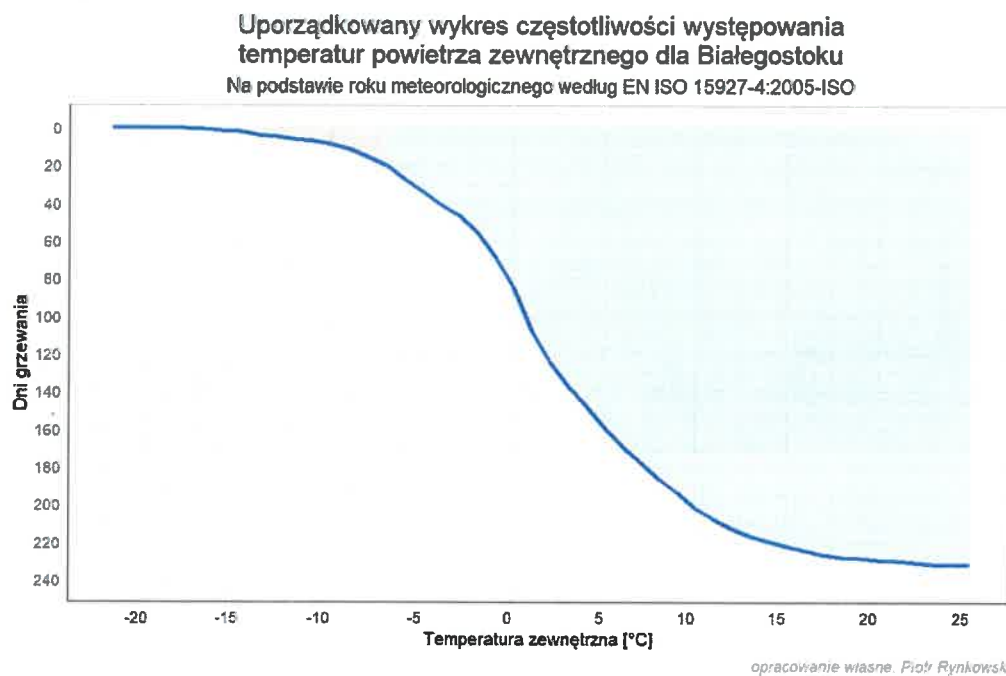
Uwzględniając ograniczenia eksploatacyjne powietrznej pompy ciepła wyznaczono zakres potrzeb cieplnych, które mogą być pokrywane przez czynnik grzejny produkowany przez zaprojektowaną powietrzną pompę ciepła lub kaskadę powietrznych pomp ciepła. Wyznaczono graniczne temperatury obszarów pracy pompy ciepła i obszaru pracy źródła szczytowego (istniejącego kotła gazowego). Wyniki obliczeń w formie graficznej przedstawiono poniżej.



Rys. 1. Przyjęty zakres prac powietrznych pomp ciepła.



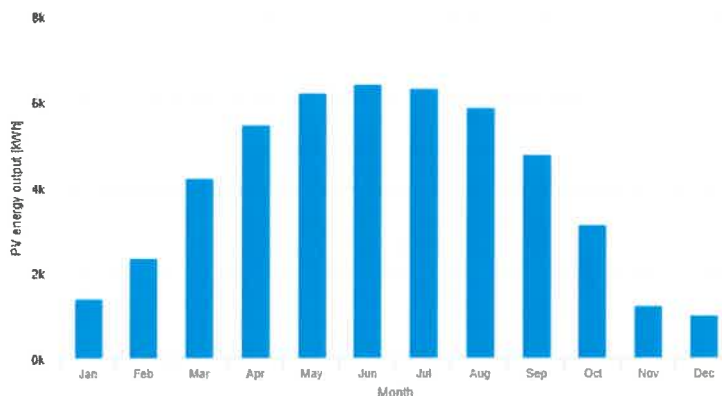
Rys. 2. Uporządkowany wykres obciążeń cieplnych.



Rys. 3. Uporządkowany wykres częstotliwości występowania temperatur powietrza zewnętrznego dla Białegostoku.

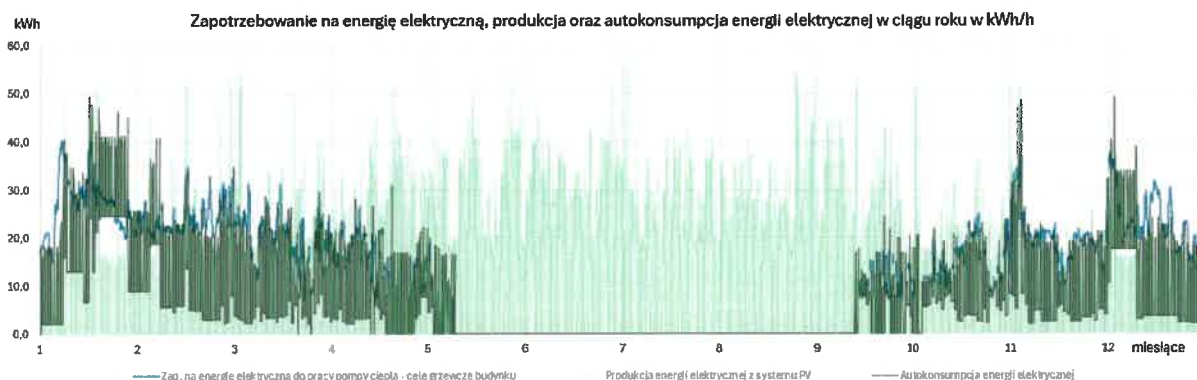
W celu zwiększenia samowystarczalności systemu PV, większe uniezależnienie się od sieci elektroenergetycznej i zwiększenie efektywności systemu grzewczego zaproponowano montaż systemu PV o mocy 47,5 kWh.

Na podstawie raportu z systemu PVGIS-5 roczna produkcja energii elektrycznej wyniesie 48308,98 kWh, skan wyników obliczeń poniżej.



Rys. 4. Wyniki raportu z systemu PVGIS-5 - roczna produkcja energii elektrycznej dla systemu PV o mocy 47,5 kWp.

Oszacowanie samowystarczalności systemu PV z systemem magazynowania energii elektrycznej przedstawiono na wykresie 5. Wartość autokonsumpcji w analizowanym obiekcie wyniesie 32 237,5 kWh.



Rys. 5. Zapotrzebowania na energię elektryczną, produkcja oraz konsumpcja energii elektrycznej w ciągu roku dla analizowanego układu.

Koszt powietrznej pompy ciepła na podstawie oferty jednego z producentów urządzeń instalacyjnych.

Inwestycja / Materiały	Calkowity koszt
	zł, brutto
Kaskada powietrznych pomp ciepła wraz z osprzętem (oferta)	646 782
Grzejniki płytowe stalowe z odpowietrznikami i z zestawem montażowym, L 600, H600, moc 1028W 75/55/20; 405 szt.	450 765
Głowice termostatyczne, 405 szt.	44 550
Rury przyłączone do grzejnika płytowego, kpl. 132 zł brutto	53 460

Inwestycja / Materiały	Całkowity koszt
	zł, brutto
Zawory regulacyjne	3 000
MATERIAŁY	1 198 557

Zestawienie (robocizna na podstawie Katalog cen jednostkowych robót i obiektów inwestycyjnych, IV kwartał 2024, Wydawca: Wolters Kluwer Polska Sp. z o.o.

Materiały (M)	1 198 557
<i>Robocizna 20% od M (R)</i>	239 711
<i>Koszty pośrednie Ko (69% od R):</i>	165 401
<i>Koszty zakupu Kz (8% od M):</i>	95 885
<i>Zysk 12% od R i Ko</i>	48 613
System PV 47,5 kWh	250 000
Prace budowlane pomieszczenia kotłowni	50 000
Demontaż instalacji c.o.	30 000
Rurociągi; cena średnia	68 460
Izolacja pianką polietylenową o grubości zgodnej z WT	15 000
Pozostałe prace budowlane (przebiecia przez przegrody)	20 000
Dokumentacja techniczna instalacji c.o. i instalacji elektrycznej	49 200
KOSZT CAŁKOWITY	2 230 827

Koszt nowego systemu grzewczego wraz z niezbędną dokumentacją techniczną i pracami demontażowo – budowlanymi wyniesie około **2 230 827 zł**.

7.3.2. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność cieplną systemu ogrzewania

$$O_{0z\ co} = 89,26 \text{ zł/GJ}$$

$$O_{1z\ co} = 367,67 \text{ zł/GJ}$$

$$O_{0m\ co} = 7\,040,52 \text{ zł/MW/m-c}$$

$$O_{1m\ co} = 33\,185,40 \text{ zł/MW/m-c}$$

$$O_{0Ab} = 148,83 \text{ zł/m-c}$$

$$O_{1Ab} = 11,69 \text{ zł/m-c}$$

$$Q_{0co} = 1\,258,56 \text{ GJ/rok}$$

$$q_{0co} = 381,99 \text{ kW}$$

$$\eta_o = 0,5298$$

$$w_{t0} = 1,00; \quad w_{d0} = 1,00$$

$$w_{t1} = 1,00; \quad w_{d1} = 1,00$$

l.p.	Opis wariantu (wykaz usprawnień)	η_1	Q_{1co} [GJ/rok]	ΔQ_{rco} [zł/rok]	N_{co} [zł]	SPBT [lat]
1	2	3	4	5	6	7
0.	Stan istniejący	—	2 375,54	—	—	—
1.	Powietrzna pompa ciepła	2,5344	$\frac{496,59}{380,53}^{PV}$	$-47\,714^{PV}$	2 230 827	— *

* Wartość ujemna, nie leżąca w zbiorze rzeczywistych rozwiązań. Wartość wynika z wysokich kosztów energii elektrycznej i ujemnych oszczędności.

Koszt modernizacji systemu grzewczego opartego na sprężarkowych pompach ciepła wraz z nową instalacją c.o. i systemem magazynowania energii wyniesie około **2 230 827 zł**.

7.3.3. Zestawienie usprawnień składających się na optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu ogrzewania

l.p.	Rodzaj usprawnienia	Zmiana wartości współczynników sprawności
1	2	3
1.	Wytwarzanie ciepła	$\eta_{H,g} = 0,86 \rightarrow 3,00$
2.	Przesyłanie ciepła	$\eta_{H,d} = 0,96$
3.	Regulacja systemu ogrzewania	$\eta_{H,e} = 0,88$
4.	Akumulacji ciepła	$\eta_{H,s} = 1,00$
5.	Sprawność całkowita systemu $\eta = \eta_{H,g} \cdot \eta_{H,d} \cdot \eta_{H,e} \cdot \eta_{H,s}$	$\eta_H = 0,5298 \rightarrow 2,5344$
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t = 1,00$
7.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d = 1,00$

7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

W punkcie tym zamieszczono:

1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych,
2. Ocenę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań „Ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów” z dnia 21 listopada 2008 roku z późn. zmianami,
3. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

W tym punkcie zastosowano skrótowe określenia dotyczące usprawnień wymienionych w pkt. 7.2.1., 7.2.2. i 7.3.1.:

- modernizacja systemu grzewczego,
- modernizacja instalacji c.w.u.,
- wymiana okien,
- wymiana drzwi zewnętrznych,
- stropodach pełny nad galerią, łącznikiem i salą gimnastyczną,
- ściany zewnętrzne nadziemia,
- ściany zewnętrzne piwnicy,
- stropodach wentylowany.

Rozpatrywane są następujące warianty wymienione w tabeli poniżej.

Nr wariantu	Skrótowy zakres prac
1	2
1	<ul style="list-style-type: none"> – modernizacja systemu grzewczego, – modernizacja instalacji c.w.u., – wymiana okien, – wymiana drzwi zewnętrznych, – stropodach pełny nad galerią, łącznikiem i salą gimnastyczną, – ściany zewnętrzne nadziemia, – ściany zewnętrzne piwnicy, – stropodach wentylowany.
2	<ul style="list-style-type: none"> – modernizacja systemu grzewczego, – modernizacja instalacji c.w.u., – wymiana okien, – wymiana drzwi zewnętrznych, – stropodach pełny nad galerią, łącznikiem i salą gimnastyczną, – ściany zewnętrzne nadziemia, – ściany zewnętrzne piwnicy.
3	<ul style="list-style-type: none"> – modernizacja systemu grzewczego, – modernizacja instalacji c.w.u., – wymiana okien, – wymiana drzwi zewnętrznych, – stropodach pełny nad galerią, łącznikiem i salą gimnastyczną, – ściany zewnętrzne nadziemia

Nr wariantu	Skrótowy zakres prac
1	2
4	<ul style="list-style-type: none"> – modernizacja systemu grzewczego, – modernizacja instalacji c.w.u., – wymiana okien, – wymiana drzwi zewnętrznych, – stropodach pełny nad galerią, łącznikiem i salą gimnastyczną
5	<ul style="list-style-type: none"> – modernizacja systemu grzewczego, – modernizacja instalacji c.w.u., – wymiana okien, – wymiana drzwi zewnętrznych.
6	<ul style="list-style-type: none"> – modernizacja systemu grzewczego, – modernizacja instalacji c.w.u., – wymiana okien.
7	<ul style="list-style-type: none"> – modernizacja systemu grzewczego, – modernizacja instalacji c.w.u.
8	<ul style="list-style-type: none"> – modernizacja systemu grzewczego

7.4.2. Obliczenie zdyskontowanej wartości netto NPV wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

	przed	po	
$O_z =$	89,26	367,67	zł/GJ
$O_m =$	7 040,52	33 185,40	zł/MW/m-c
opł. abonament. =	148,83	11,69	zł/przyłącze/m-c
$Q_{0co} =$	1 258,56		GJ
$Q_{0cwu} =$	625,17		GJ
$q_{0co} =$	0,38199		MW
$q_{0,1cwu} =$	0,01855		MW

$$Q_{oco}' = 2\,375,54 \text{ GJ/rok}$$

$Q_{or} = 303\,469 \text{ zł/rok}$ - (roczny koszt ogrzewania budynku oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej ustalony dla mocy obliczeniowych, warunków standardowego sezonu ogrzewczego oraz obliczeniowych wartości temperatur wewnętrznych w budynku i cen energii w dniu wykonania audytu)

Nr war.	Q_{ico} [GJ/rok]	Q_{icw} [GJ/rok]	η_i	Q_{ico}' [GJ/rok]	Q_{ico}^{+PV} [GJ/rok]	q_{ico} [MW]	Q_{ir} [zł/rok]	ΔQ_r [zł/rok]	N^* [zł]	SPBT [lat]	NPV [zł]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	974,46	149,40	2,5344	384,49	268,43	0,33451	286 974	16 495	6 770 420	410,45**	-6 487 224
2	1 013,12	149,40	2,5344	399,75	283,69	0,34053	294 980	8 489	6 080 890	716,33**	-5 935 146
3	1 024,96	149,40	2,5344	404,42	288,36	0,34208	297 315	6 154	5 388 180	875,56**	-5 282 524
4	1 106,09	149,40	2,5344	436,43	320,37	0,35515	314 289	-10 820	5 234 256	-***	-5 420 020
5	1 160,46	149,40	2,5344	457,88	341,82	0,36448	325 892	-22 423	4 126 898	-***	-4 511 870
6	1 163,45	149,40	2,5344	459,06	343,00	0,36501	326 537	-23 068	4 057 198	-***	-4 453 243
7	1 258,56	149,40	2,5344	496,59	380,53	0,38199	347 097	-43 628	2 270 498	-***	-3 019 530
8	1 258,56	625,17	2,5344	496,59	380,53	0,38199	351 324	-47 855	2 260 827	-***	-3 082 430

* Nakład obejmuje koszt wykonania audytu energetycznego, niezbędnej dokumentacji, ew. nadzoru robót w wysokości **30 000 zł**.

** Wartości nierzeczywiste, przekraczające żywotność zastosowanych materiałów. Wartości pokazano w celu przedstawienia wyników obliczeń. Wartości wynikają z wysokich kosztów energii elektrycznej.

*** Wartość ujemna, nie leżąca w zbiorze liczb rzeczywistych, nie przedstawiająca sensu fizycznego. Wartość wynika z wysokich kosztów energii elektrycznej i ujemnych oszczędności.

7.4.3. Ocena wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań „Ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów”

DOKUMENTACJA WYBORU OPTIMALNEGO WARANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO BUDYNKU

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	koszty całkowite	Roczne oszczędności kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej)	Premia termomodernizacyjna
		[zł]	[zł/rok]	[%]	[zł]
1	2	3	4	5	6
1.	<ul style="list-style-type: none"> – modernizacja systemu grzewczego, – modernizacja instalacji c.w.u., – wymiana okien, – wymiana drzwi zewnętrznych, – stropodach pełny nad galerią, łącznikiem i salą gimnastyczną, – ściany zewnętrzne nadziemia, – ściany zewnętrzne piwnicy, – stropodach wentylowany. 	6 770 420	16 495	82,21%	1 760 309,20 zł
2.	<ul style="list-style-type: none"> – modernizacja systemu grzewczego, – modernizacja instalacji c.w.u., – wymiana okien, – wymiana drzwi zewnętrznych, – stropodach pełny nad galerią, łącznikiem i salą gimnastyczną, – ściany zewnętrzne nadziemia, – ściany zewnętrzne piwnicy. 	6 080 890	8 489	81,70%	1 581 031,40 zł
3.	<ul style="list-style-type: none"> – modernizacja systemu grzewczego, – modernizacja instalacji c.w.u., – wymiana okien, – wymiana drzwi zewnętrznych, – stropodach pełny nad galerią, łącznikiem i salą gimnastyczną, – ściany zewnętrzne nadziemia. 	5 388 180	6 154	81,54%	1 400 926,80 zł
4.	<ul style="list-style-type: none"> – modernizacja systemu grzewczego, – modernizacja instalacji c.w.u., – wymiana okien, – wymiana drzwi zewnętrznych, – stropodach pełny nad galerią, łącznikiem i salą gimnastyczną. 	5 234 256	-10 820	80,48%	1 360 906,56 zł
5.	<ul style="list-style-type: none"> – modernizacja systemu grzewczego, – modernizacja instalacji c.w.u., – wymiana okien, – wymiana drzwi zewnętrznych. 	4 126 898	-22 423	79,76%	1 072 993,48 zł

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	koszty całkowite	Roczne oszczędności kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej)	Premia termomodernizacyjna
		[zł]	[zł/rok]	[%]	[zł]
6.	– modernizacja systemu grzewczego, – modernizacja instalacji c.w.u., – wymiana okien,	4 057 198	-23 068	79,72%	1 054 871,48 zł
7.	– modernizacja systemu grzewczego, – modernizacja instalacji c.w.u.	2 270 498,00	-43 628,00	78,47%	590 329,48 zł
8.	– modernizacja systemu grzewczego.	2 260 827,00	-47 855,00	62,62%	587 815,02 zł

Optymalnym wariantem, uwzględniającym życzenie inwestora jest **wariant nr 1**.
Premia stanowi 26% wysokości nakładów całkowitych

7.4.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Po uzgodnieniu z inwestorem przyjęto za optymalny **wariant nr 1**, obejmujący następujące usprawnienia:

- wymiana okien na nowe okna,
- wymiana drzwi zewnętrznych na nowe,
- docieplenie stropodachu pełnego nad galerią, łącznikiem i salą gimnastyczną,
- docieplenie ścian zewnętrznych nadziemna,
- docieplenie ścian zewnętrznych piwnicy,
- docieplenie stropodachu wentylowanego,
- modernizację instalacji c.w.u.,
- modernizację systemu grzewczego,

8. OPIS TECHNICZNY OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO PRZEWIDZIANEGO DO REALIZACJI

W ramach **wariantu 1** przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

1. Ocieplić ściany zewnętrzne nadziemna dodatkową warstwą izolacji termicznej o oporze cieplnym $R = 6,32 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ (np. metodą ETICS /BSO/ z warstwą styropianu grubości 24 cm, jeżeli zastosowany materiał izolacyjny będzie miał $\lambda = 0,038 \text{ W}/\text{m} \cdot \text{K}$). Koszt ocieplenia ok. $3\,059 \text{ m}^2$ tych ścian wyniesie **1 107 358 zł**.
2. Ocieplić ściany zewnętrzne piwnicy dodatkową warstwą izolacji termicznej o oporze cieplnym $R = 6,67 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ (np. metodą ETICS /BSO/ z warstwą styropianu grubości 24 cm, jeżeli zastosowany materiał izolacyjny będzie miał $\lambda = 0,036 \text{ W}/\text{m} \cdot \text{K}$). Koszt ocieplenia ok. 303 m^2 tych ścian wyniesie **153 924 zł**.
3. Ocieplić stropodach wentylowany nad częścią dydaktyczną budynku szkoły warstwą izolacji termicznej o oporze cieplnym $R = 6,94 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ (warstwą granulatu np. z wełny mineralnej o grubości 25 cm jeśli zastosowany materiał izolacyjny będzie miał $\lambda = 0,036 \text{ W}/\text{m} \cdot \text{K}$). Koszt ocieplenia ok. $1\,307 \text{ m}^2$ stropodachu wentylowanego wyniesie około **692 710 zł**.
4. Ocieplić stropodach nad pozostałą częścią szkoły, galerią, łącznikiem, budynkiem Sali gimnastycznej (dachy z wyłączeniem stropodachu wentylowanego nad częścią dydaktyczną szkoły) warstwą izolacji termicznej o oporze cieplnym $R = 6,58 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ (warstwą płyt dachowych z wełny mineralnej o grubości 25 cm jeśli zastosowany materiał izolacyjny będzie miał $\lambda = 0,038 \text{ W}/\text{m} \cdot \text{K}$). Koszt ocieplenia ok. $1\,301 \text{ m}^2$ stropodachu wentylowanego wyniesie około **689 530 zł**.
5. Wymienić istniejące okna w budynku na nowe szczelne, o współczynniku przenikania ciepła $U=0,90 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$, z zapewnieniem napływu powietrza zewnętrznego w ilości niezbędnej dla potrzeb wentylacyjnych przez urządzenia nawiewne umieszczane w oknach lub innych częściach przegród zewnętrznych. Koszt wymiany ok. $1\,051 \text{ m}^2$ tych okien wyniesie **1 786 700 zł**.
6. Wymienić istniejące drzwi zewnętrzne w budynku na nowe szczelne, o współczynniku przenikania ciepła $U=1,30 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$. Koszt wymiany ok. 34 m^2 tych drzwi wyniesie **69 700 zł**.
7. Zmodernizować system podgrzewu wody użytkowej poprzez zamianę źródła ciepła na elektryczne pojemnościowe podgrzewacze wody. Koszt prac modernizacyjnych wyniesie około **9 671 zł**.
8. Wykonać nowy system grzewczy wraz z nowym źródłem ciepła – powietrzną pompą ciepła lub kaskadą powietrznych pomp ciepła pracującą na cele grzewcze budynku. W ramach prac instalacyjnych należy wykonać:
 - dokumentację techniczną instalacji centralnego ogrzewania oraz nowego źródła ciepła – powietrznej pompy ciepła lub kaskady powietrznych pomp ciepła na zapotrzebowanie na moc cieplną w wybranym wariantcie termomodernizacyjnym,
 - zdemontować istniejącą armaturę i urządzenia,
 - wykonać nową kotłownię z powietrzną pompą ciepła lub kaskadą powietrznych pomp ciepła zgodnie z wykonaną dokumentacją techniczną,
 - wykonać nową instalację centralnego ogrzewania współpracującą z powietrzną pompą ciepła (zgodnie z wykonaną dokumentacją techniczną)

- wykonać instalację fotowoltaiczną o mocy szczytowej 47,5 kWp.

Wszystkie prace wykonać na podstawie wykonanej wcześniej dokumentacji technicznej.

Koszt prac wraz z dokumentacją techniczną i niezbędnymi pracami budowlano-demontażowo-wykończeniowymi wyniesie około **2 230 827 zł**.

9.

Podane ceny są kwotami brutto.

Uwzględniono koszt wykonania audytu energetycznego / niezbędnej dokumentacji i ew. nadzoru robót w wysokości **30 000 zł**.

W celu osiągnięcia przewidywanych efektów finansowych, po wykonaniu prac termomodernizacyjnych, należy skorygować wartości mocy zamówionych po poziomie obliczonego dla wybranego wariantu termomodernizacyjnego (tabl. pkt. 7.4.2).

8.2. Charakterystyka finansowa

Kalkulowany koszt robót wyniesie	6 770 420,00 zł
Udział środków własnych inwestora	0,00 zł (0 %)
Kredyt bankowy	6 770 420,00 zł (100,00 %)
Przewidywana premia termomodernizacyjna	2 098 830,20 zł

8.3. Dalsze działania inwestora

1. Złożenie wniosku kredytowego i podpisanie umowy kredytowej.
2. Zorganizowanie przetargu (lub zapytania ofertowego) na wykonanie niezbędnych projektów.
3. Zorganizowanie przetargu (lub zapytania ofertowego) na wykonanie robót budowlanych.
4. Zawarcie umowy z wykonawcą projektu i robót.
5. Realizację robót i odbiór techniczny.
6. Wystąpienie o premię termomodernizacyjną po wykonaniu inwestycji.
7. Ocena rezultatów przedsięwzięcia.
8. Spłata kredytu.

ZAŁĄCZNIK 1

Dane do audytu energetycznego

- Z1.1 Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych, strumienia powietrza wentylacyjnego i stref temperaturowych w budynku**
- Z1.2 Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej**
- Z1.3 Jednostkowe koszty energii cieplnej**
- Z1.4 Wskaźnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej i jednostkowa emisja CO₂**

Z 1.1 Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych, strumienia powietrza wentylacyjnego i stref temperaturowych w budynku

Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	λ	R
	. m		W/(m·K)	m ² ·K/W
DACH_KOTL	Dach kotłowni			
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne				
PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	0,028
WEŁNA 04	0,1200	Wetna 0.04	0,040	3,000
BET-CHUDY	0,0500	Podkład z betonu chudego.	1,050	0,048
WEŁNA-PŁ	0,0600	Płyty z wełny mineralnej - inne przypadki.	0,050	1,200
BLOK_KANAL	0,2400	Blok kanałowy		0,180
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,024
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]:			4,620	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:			0,216	
POD_GIMN	Podłoga w sali gimnastycznej			
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne				
Ściana przy podłodze: SZ_NAD				
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Zgw: 3,00 m				
ŚWIERK	0,0220	Drewno świerkowe w poprzek włókien.	0,160	0,138
PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	0,028
SOSNA	0,0320	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	0,200
WAR.POW	0,0600	Warstwa powietrzna niewentylowana.		0,212
BET-CHUDY	0,1500	Podkład z betonu chudego.	1,050	0,143
PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	0,028
BET-CHUDY	0,1500	Podkład z betonu chudego.	1,050	0,143
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg, [m ² ·K/W]:			1,518	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:			2,409	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:			0,415	
POD_PIW	Podłoga w piwnicy 22,5 cm			
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne				
Ściana przy podłodze: SZ_PIW_GR				
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Zgw: 3,25 m				
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 1,50				
TERAKOTA	0,0100	Terakota.	1,050	0,010
BET-POSADZ	0,0400	Podkład z betonu pod posadzkę.	1,400	0,029
STYROPIAN	0,0200	Styropian - inne przypadki.	0,045	0,444
PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	0,028
BET-CHUDY	0,1500	Podkład z betonu chudego.	1,050	0,143
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg, [m ² ·K/W]:			1,847	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:			2,501	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:			0,400	
POD_ZAPLE	podłoga zaplecze sali gimnastycznej			
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne				
Ściana przy podłodze: SZ_NAD				
TERAKOTA	0,0100	Terakota.	1,050	0,010
BET-POSADZ	0,0400	Podkład z betonu pod posadzkę.	1,400	0,029
STYROPIAN	0,0400	Styropian - inne przypadki.	0,045	0,889
PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	0,028

BET-CHUDY	0,1500	Podkład z betonu chudego.	1,050	0,143
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg, [m²·K/W]:			1,529	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:			2,627	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:			0,381	
STR_DYDAKT	Stropodach wentylowany nad częścią dydaktyczną			
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne				
PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	0,028
ŻELBET	0,1000	Żelbet.	1,700	0,059
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 0,300 m, [m²·K/W]:			0,160	
Suma oporów ciepła połąci dachowej i war. powietrza, [m²·K/W]:			0,000	
WEŁNA 04	0,1200	Welna 0.04	0,040	3,000
WEŁNA-PŁ	0,0600	Płyty z wełny mineralnej - inne przypadki.	0,050	1,200
BŁOK_KANAL	0,2400	Blok kanałowy		0,180
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,024
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m²·K/W]:			0,100	
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m²·K/W]:			0,090	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:			4,594	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:			0,218	
STR_GALER	Stropodach nad galerią			
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne				
PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	0,028
WEŁNA 04	0,1200	Welna 0.04	0,040	3,000
BET-CHUDY	0,0500	Podkład z betonu chudego.	1,050	0,048
WEŁNA-PŁ	0,0600	Płyty z wełny mineralnej - inne przypadki.	0,050	1,200
BŁOK_KANAL	0,2400	Blok kanałowy		0,180
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,024
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m²·K/W]:			0,100	
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m²·K/W]:			0,040	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:			4,620	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:			0,216	
STR_GIMN	Stropodach w sali gimnastycznej			
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne				
PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	0,028
BET-CHUDY	0,0400	Podkład z betonu chudego.	1,050	0,038
WEŁNA-PŁ	0,0600	Płyty z wełny mineralnej - inne przypadki.	0,050	1,200
WEŁNA-PŁ	0,1000	Płyty z wełny mineralnej - inne przypadki.	0,050	2,000
ŻELBET	0,1000	Żelbet.	1,700	0,059
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,024
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m²·K/W]:			0,100	
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m²·K/W]:			0,040	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:			3,489	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:			0,287	
STR_PIWN	Stropodach nad piwnicą			
Rodzaj przegrody: Strop ciepło do dołu, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne				
PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	0,028
BET-CHUDY	0,0500	Podkład z betonu chudego.	1,050	0,048
WEŁNA-PŁ	0,0700	Płyty z wełny mineralnej - inne przypadki.	0,050	1,400
ŻELBET	0,2400	Żelbet.	1,700	0,141
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m²·K/W]:			0,170	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m²·K/W]:			0,170	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:			1,957	

Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:				0,511
SZ_KOTŁOWN				
Ściany zewnętrzne kotłowni				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne				
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,018
BETON-2400	0,3800	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęstość 2400 kg/m3.	1,700	0,224
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,018
STYROPIANS	0,1500	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	3,750
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m²·K/W]:				0,130
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m²·K/W]:				0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:				4,180
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:				0,239
SZ_NAD				
Ściany zewnętrzne nadziemnia budynku szkolnego (bez sali gimnastycznej)				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne				
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,018
BLOK_KANAL	0,2400	Blok kanałowy		0,180
GAZOBE-1.2	0,1200	Gazobeton 1.2.	0,465	0,258
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,018
STYROPIANS	0,1300	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	3,250
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m²·K/W]:				0,130
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m²·K/W]:				0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:				3,895
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:				0,257
SZ_NAD_GIM				
Ściany zewnętrzne nadziemnia sali gimnastycznej				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne				
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,018
BLOK_KANAL	0,2400	Blok kanałowy		0,180
GAZOBE-1.2	0,1200	Gazobeton 1.2.	0,465	0,258
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,018
STYROPIANS	0,1300	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	3,250
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m²·K/W]:				0,130
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m²·K/W]:				0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:				3,895
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:				0,257
SZ_PIW				
Ściany zewnętrzne piwnicy				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne				
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,018
BLOK_KANAL	0,2400	Blok kanałowy		0,180
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,018
STYROPIANS	0,1500	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	3,750
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m²·K/W]:				0,130
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m²·K/W]:				0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:				4,137
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:				0,242
SZ_PIW_GR				
Ściany zewnętrzne piwnicy w gruncie				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne				
Podłoga przyległa do ściany: POD_PIW				
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 1,50				
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,018
BLOK_KANAL	0,2400	Blok kanałowy		0,180
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,018

STYROPIANS	0,1500	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	3,750
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [$m^2 \cdot K/W$]:				1,496
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [$m^2 \cdot K/W$]:				5,463
Współczynnik przenikania ciepła U , [$W/(m^2 \cdot K)$]:				0,183

Wyniki - Zestawienie przegród

Symbol	Opis	U	A
		$W/m^2 \cdot K$	m^2
STR_GIMN	Stropodach w sali gimnastycznej	0,287	896,00
STR_GALER	Stropodach nad galerią	0,216	343,20
DACH_KOTL	Dach kotłowni	0,216	102,24
DZ	Drzwi zewnętrzne	1,700	33,88
OZ_PIW	Okna zewnętrzne piwnicy plastikowe 1.3	1,300	52,20
OZ_GIMN	Okna zewnętrzne na sali gimnastycznej	1,300	125,01
OZ	Okna zewnętrzne plastikowe 1.3	1,300	894,36
POD_ZAPLE	podłoga zaplecze sali gimnastycznej	0,381	306,26
POD_GIMN	Podłoga w sali gimnastycznej	0,415	439,26
POD_PIW	Podłoga w piwnicy 22,5 cm	0,400	1268,24
STR_PIWN	Stropodach nad piwnicą	0,511	1166,00
STR_DYDAKT	Stropodach wentylowany nad częścią dydaktyczną	0,218	1244,86
SZ_PIW	Ściany zewnętrzne piwnicy	0,242	214,63
SZ_NAD_GIM	Ściany zewnętrzne nadziemna sali gimnastycznej	0,257	572,13
SZ_NAD	Ściany zewnętrzne nadziemna budynku szkolnego (bez sali gimnastycznej)	0,257	1441,36
SZ_KOTŁOWN	Ściany zewnętrzne kotłowni	0,239	88,27
SZ_PIW_GR	Ściany zewnętrzne piwnicy w gruncie	0,183	243,34

Wyniki - Zestawienie pomieszczeń

Opis	$\theta_{int,H}$	A	V	Φ_{HL}	nmin	Vmin
	$^{\circ}C$	m^2	m^3	W	1/h	m^3/h
Kotłownia	16,0	102,24	245,4	7765	1,50	368,1
Łącznik	16,5	34,50	93,2	4305	0,50	46,6
Piwnica	15,6	905,80	2173,9	16916	0,30	652,2
Sala lekcyjna	16,5	3789,44	10231,5	198640	1,00	10231,5
Pomieszczenia w budynku sali gimn.	16,0	201,94	1292,4	24484	0,50	646,2
Sala gimnastyczna	16,0	439,26	3720,5	129882	2,00	7441,1
Łącznie						19 385,6

Strumień przyjęty przy obliczeniach zapotrzebowania na moc cieplną zgodnie z normą PN-EN 12831 "Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego":

**Koszt ciepła na cele c.o. i c.w.u. bez sprawności źródła ciepła
po termomodernizacji budynku na podstawie faktury (poniżej):**

Składnik opłat	Okres	j.m.	Ilość	Cena jedn.	Netto	%	VAT	Brutto
Energia całodobowa	2024-12-01-2024-12-31	kWh	206	0,69800	143,79	23	33,07	176,86
Opłata handlowa	2024-12-01-2024-12-31	mc	1	0,00000	0,00	23	0,00	0,00
Opłata sieciowa stała	2024-12-01-2024-12-31	kW	50	26,90000	1 345,00	23	309,35	1 654,35
Opłata przejściowa	2024-12-01-2024-12-31	kW	50	0,08000	4,00	23	0,92	4,92
Opłata jakościowa	2024-12-01-2024-12-31	kWh	206	0,03140	6,47	23	1,49	7,96
Opłata sieciowa zmienna całodobowa	2024-12-01-2024-12-31	kWh	206	0,21380	44,04	23	10,13	54,17
Opłata OZE	2024-12-01-2024-12-31	kWh	4 902	0,00000	0,00	23	0,00	0,00
Opłata kogeneracyjna	2024-12-01-2024-12-31	kWh	4 902	0,00618	30,29	23	6,97	37,26
Opłata mocy	2024-12-01-2024-12-31	kWh	3 754	0,12670	475,63	23	109,39	585,02
Abonament	2024-12-01-2024-12-31	mc	1	9,50000	9,50	23	2,19	11,69
tg fi	2024-12-01-2024-12-31	kWh	0,02					
Energia bierna (prześr. tg fi)	2024-12-01-2024-12-31	kWh	0	1,57113	0,00	23	0,00	0,00
Energia bierna pojemnościowa	2024-12-01-2024-12-31	kvarh	639	1,57113	1 003,95	23	230,91	1 234,86
Razem wartość sprzedaży dla punktu poboru					3 082,67		704,42	3 787,09

Ilość energii zużytej w roku 2023: 34906 kWh

Ilość energii = 206 kWh
Średnia cena brutto = 18,29 zł/kWh

Koszt jednostkowy jednostki ciepła wynosi:

$$(0,6980+0,03140+0,2138+0,0062+0,12670) \times 1,23 = 1,3236 \text{ zł/kWh brutto} = 367,67 \text{ zł/GJ brutto}$$

Opłata sieciowa:

$$(26,9 + 0,08) \times 1000 \times 1,23 = 33 185,40 \text{ zł/MW/m-c}$$

Koszt stały wynosi:

$$9,5 \times 1,23 = 11,69 \text{ zł/m-c brutto}$$

Z 1.4. Wskaźniki EK i EP wariantu istniejącego i optymalnego oraz emisje CO₂

W stanie istniejącym:

Zapotrzebowanie na ciepło (energię końcową) do ogrzewania i wentylacji:

$$1\,258,56\text{ GJ} / 0,5298 = 2\,375,54\text{ GJ} (659\,872,22\text{ kWh})$$

Zapotrzebowanie na ciepło (energię końcową) do przygotowania c.w.u.:

$$121,91\text{ GJ} / 0,1950 = 625,17\text{ GJ} (173\,658,33\text{ kWh})$$

Urządzenia pomocnicze

Centralne ogrzewanie

Pompy obiegowe w budynku ponad 250 m², średnia moc jednostkowa - 0,15 W/m²

Średni czas działania

- 3 630 h/rok

Energia końcowa

- 2 980,1 kWh/rok.

Ciepła woda użytkowa

Pompy cyrkulacyjne w budynku ponad 250 m², średnia moc jednostkowa - 0,20 W/m²

Średni czas działania

- 580 h/rok

Energia końcowa

- 634,9 kWh/rok.

Łącznie zap. na energię pomocniczą 2 980,1 kWh + 634,9 kWh/rok = 3 615,0 kWh

Wielkość zapotrzebowania na energię końcową budynku przed modernizacją wynosi:

$$659\,872,22\text{ kWh} + 173\,658,33\text{ kWh} + 3\,615,0\text{ kWh} = \underline{837\,145,55\text{ kWh}}$$

$$EK = 837\,145,55\text{ kWh} / 5\,473,18\text{ m}^2 = 153,0\text{ kWh}/(\text{m}^2\text{rok})$$

$$EP = [(659\,872,22 + 173\,658,33) \times 1,1 + 3\,615,0 \times 2,5] / 5\,473,18\text{ m}^2 = \underline{184,4\text{ kWh}/(\text{m}^2\text{rok})}$$

W wariantcie optymalnym (nr 1) – po modernizacji:

Zapotrzebowanie na ciepło (energię końcową) do ogrzewania i wentylacji:

$$974,46\text{ GJ} / 2,5344 = 384,49\text{ GJ} (106\,803,71\text{ kWh})$$

Zapotrzebowanie na ciepło (energię końcową) do przygotowania c.w.u.:

$$121,91\text{ GJ} / 0,8160 = 149,40\text{ GJ} (41\,500\text{ kWh})$$

Urządzenia pomocnicze

Centralne ogrzewanie

Pompy obiegowe w budynku ponad 250 m², średnia moc jednostkowa - 0,15 W/m²

Średni czas działania

- 3 630 h/rok

Energia końcowa

- 2 980,1 kWh/rok.

Ciepła woda użytkowa

Brak urządzeń pomocniczych – przygotowywania bezpośrednio przy punktach czerpalnych.

Wielkość zapotrzebowania na energię końcową budynku po modernizacji wynosi:

$$106\,803,71 \text{ kWh} + 41\,500,00 \text{ kWh} + 2\,980,1 \text{ kWh} = \underline{151\,283,81 \text{ kWh}}$$

$$\mathbf{EK} = 151\,283,81 \text{ kWh} / 5\,473,18 \text{ m}^2 = 27,6 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{rok})$$

uwzględniając moc systemu PV (2x47,5 kWp) do zapotrzebowania na energię pierwotną uwzględniono autokonsumpcję energii elektrycznej wytwarzanej przez system PV w ilości 32 237,5 kWh (rysunek 4, p 7.3).

Wielkość zapotrzebowania na energię pierwotną budynku po modernizacji wynosi:

$$[(106\,803,71 - 32\,237,50) + 41\,500,00 + 2\,980,1] \times 2,5 = \underline{297\,615,78 \text{ kWh}}$$

$$\mathbf{EP} = 297\,615,78 \text{ kWh} / 5\,473,18 \text{ m}^2 = 54,38 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{rok})$$

Uniknięta emisja CO₂:

$$\begin{aligned} E_{\text{CO}_2} = & [(2\,375,54 \text{ GJ} + 625,17 \text{ GJ}) \times 55,37 \text{ kg/GJ} + 0,3615 \text{ MWh} \times 597 \text{ kg/MWh}] - \\ & - 151,28381 \text{ MWh} \times 597 \text{ kg/MWh} = \mathbf{77,99 \text{ tCO}_2/\text{rok}} \end{aligned}$$

ZAŁĄCZNIK 2

**Wydruk obliczeń zapotrzebowania
na ciepło i moc cieplną
na ogrzewanie i wentylację**

Z 2.1. Zapotrzebowanie na ciepło i moc w stanie istniejącym budynku

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyt budynku szkolnego	
Miejscowość:	Wasilków	
Adres:	Polna 1/4	
Projektant:	Piotr Rynkowski	
Data obliczeń:	Poniedziałek 31 Marca 2025 20:56	
Data utworzenia:	Niedziela 16 Marca 2025 19:50	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. U:	PN-EN ISO 6946	
Norma na projektowe obciążenie cieplne Φ :	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790 - miesięcznie	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	STREFA IV	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-22	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	6,9	°C
Stacja meteorologiczna:	Białystok	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m ³ ·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	5473,18	m ²
Kubatura ogrzewana budynku VH:	17756,9	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	114209	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	267782	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	381992	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	381992	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni, $\phi_{HL,A}$:	69,8	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury, $\phi_{HL,V}$:	21,5	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	1864,5	m ³ /h
Średnia liczba wymian powietrza n:	1,1	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	19385,6	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:	Białystok	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie Vv,H:	19385,6	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	1258,56	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	349601	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	5473,18	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	17756,9	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	230,0	MJ/ (m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	63,9	kWh/ (m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	70,9	MJ/ (m3·rok)
Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło EVH:	19,7	kWh/ (m3·rok)
Parametry obliczeń projektu:		
Obliczanie przenikania ciepła przy min. Δθmin:	4,0	K
Obliczanie przenikania ciepła przy min. Δθmin:	4,0	K
Wariant obliczeń strat ciepła do pomieszczeń w sąsiednich grupach:		
Obliczaj z ograniczeniem do θj,u		
Minimalna temperatura dyżurna θj,u:	16	K
budynkach tak jak by były nieogrzewane:	Nie	
Obliczanie automatyczne mostków cieplnych:	Tak	
Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną:	Nie	
Domyślne dane do obliczeń:		
Typ budynku:	Szkolny	
Typ konstrukcji budynku:	Bardzo ciężka	
Typ systemu ogrzewania w budynku:	Konwekcyjne	
Oslabienie ogrzewania:	Bez osłabienia	
Regulacja dostawy ciepła w grupach:	Indywidualna reg.	
Stopień szczelności obudowy budynku:	Średni	
Krotność wymiany powietrza wewn. n50 :	3,5	1/h
Klasa osłonięcia budynku:	Średnie osłonięcie	
Czas użytkowania/bytowe zyski ciepła:	12 h i więcej	
Domyślne dane dotyczące wentylacji:		
System wentylacji:	Naturalna	
Temperatura powietrza kompensacyjnego θc:	20,0	°C
Geometria budynku:		
Rzędna poziomu terenu:	-0,25	m
Domyślna rzędna podłogi Lf :	0,00	m
Rzędna wody gruntowej:	-3,25	m
Domyślna wysokość kondygnacji H:	3,00	m
Domyślna wys. pomieszczeń w świetle stropów Hi:	2,70	m
Pole powierzchni podłogi na gruncie Ag:	100,00	m2
Obwód podłogi na gruncie w świetle ścian zewn. Pg:	40,00	m
Obrót budynku:	Bez obrotu	

Z 2.2. Zapotrzebowanie na ciepło i moc w poszczególnych wariantach termomodernizacji

WARIANT 1 - wariant 2 + stropodach wentylowany – wariant optymalny

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyt budynku szkolnego	
Miejscowość:	Wasilków	
Adres:	Polna 1/4	
Projektant:	Piotr Rynkowski	
Data obliczeń:	Poniedziałek 31 Marca 2025 21:13	
Data utworzenia:	Niedziela 16 Marca 2025 19:50	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. U:	PN-EN ISO 6946	
Norma na projektowe obciążenie cieplne Φ :	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790 - miesięcznie	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	STREFA IV	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-22	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	6,9	°C
Stacja meteorologiczna:	Białystok	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m3·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	5473,18	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	17756,9	m3
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	66731	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	267782	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	334514	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	334514	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni, $\phi_{HL,A}$:	61,1	W/m2
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury, $\phi_{HL,V}$:	18,8	W/m3
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	1864,5	m3/h
Średnia liczba wymian powietrza n:	1,1	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	19385,6	m3/h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-22,0	°C

Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Białystok	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie Vv,H:	19385,6	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	974,46	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	270682	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	5473,18	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	17756,9	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	178,0	MJ/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	49,5	kWh/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	54,9	MJ/(m3·rok)
Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło EVH:	15,2	kWh/(m3·rok)
Parametry obliczeń projektu:		
Obliczanie przenikania ciepła przy min. Δθmin:	4,0	K
Obliczanie przenikania ciepła przy min. Δθmin:	4,0	K
Wariant obliczeń strat ciepła do pomieszczeń w sąsiednich grupach:		
Obliczaj z ograniczeniem do θj,u		
Minimalna temperatura dyżurna θj,u:	16	K
budynkach tak jak by były nieogrzewane:	Nie	
Obliczanie automatyczne mostków cieplnych:	Tak	
Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną:	Nie	
Domyślne dane do obliczeń:		
Typ budynku:	Szkolny	
Typ konstrukcji budynku:	Bardzo ciężka	
Typ systemu ogrzewania w budynku:	Konwekcyjne	
Oslabienie ogrzewania:	Bez osłabienia	
Regulacja dostawy ciepła w grupach:	Indywidualna reg.	
Stopień szczelności obudowy budynku:	Średni	
Krotność wymiany powietrza wewn. n50 :	3,5	1/h
Klasa osłonięcia budynku:	Średnie osłonięcie	
Czas użytkowania/bytowe zyski ciepła:	12 h i więcej	
Domyślne dane dotyczące wentylacji:		
System wentylacji:	Naturalna	
Temperatura powietrza kompensacyjnego θc:	20,0	°C
Geometria budynku:		
Rzędna poziomu terenu:	-0,25	m
Domyślna rzędna podłogi Lf :	0,00	m
Rzędna wody gruntowej:	-3,25	m
Domyślna wysokość kondygnacji H:	3,00	m
Domyślna wys. pomieszczeń w świetle stropów Hi:	2,70	m
Pole powierzchni podłogi na gruncie Ag:	100,00	m2
Obwód podłogi na gruncie w świetle ścian zewn. Pg:	40,00	m
Obrót budynku:	Bez obrotu	

WARIANT 2 – wariant 3 + ściany zewnętrzne piwnicy

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyt budynku szkolnego	
Miejscowość:	Wasilków	
Adres:	Polna 1/4	
Projektant:	Piotr Rynkowski	
Data obliczeń:	Poniedziałek 31 Marca 2025 21:11	
Data utworzenia:	Niedziela 16 Marca 2025 19:50	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. U:	PN-EN ISO 6946	
Norma na projektowe obciążenie cieplne Φ :	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790 - miesięcznie	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	STREFA IV	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-22	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	6,9	°C
Stacja meteorologiczna:	Białystok	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m ³ ·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	5473,18	m ²
Kubatura ogrzewana budynku VH:	17756,9	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	72744	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	267782	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	340526	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	340526	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni, $\phi_{HL,A}$:	62,2	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury, $\phi_{HL,V}$:	19,2	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	1864,5	m ³ /h
Średnia liczba wymian powietrza n:	1,1	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	19385,6	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:	Białystok	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie Vv,H:	19385,6	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	1013,12	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	281423	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	5473,18	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	17756,9	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	185,1	MJ/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	51,4	kWh/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	57,1	MJ/(m3·rok)
Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło EVH:	15,8	kWh/(m3·rok)
Parametry obliczeń projektu:		
Obliczanie przenikania ciepła przy min. Δθmin:	4,0	K
Obliczanie przenikania ciepła przy min. Δθmin:	4,0	K
Wariant obliczeń strat ciepła do pomieszczeń w sąsiednich grupach:		
Obliczaj z ograniczeniem do θj,u		
Minimalna temperatura dyżurna θj,u:	16	K
budynkach tak jak by były nieogrzewane:	Nie	
Obliczanie automatyczne mostków cieplnych:	Tak	
Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną:	Nie	
Domyślne dane do obliczeń:		
Typ budynku:	Szkolny	
Typ konstrukcji budynku:	Bardzo ciężka	
Typ systemu ogrzewania w budynku:	Konwekcyjne	
Oslabienie ogrzewania:	Bez osłabienia	
Regulacja dostawy ciepła w grupach:	Indywidualna reg.	
Stopień szczelności obudowy budynku:	Średni	
Krotność wymiany powietrza wewn. n50 :	3,5	1/h
Klasa osłonięcia budynku:	Średnie osłonięcie	
Czas użytkowania/bytowe zyski ciepła:	12 h i więcej	
Domyślne dane dotyczące wentylacji:		
System wentylacji:	Naturalna	
Temperatura powietrza kompensacyjnego θc:	20,0	°C
Geometria budynku:		
Rzędna poziomu terenu:	-0,25	m
Domyślna rzędna podłogi Lf :	0,00	m
Rzędna wody gruntowej:	-3,25	m
Domyślna wysokość kondygnacji H:	3,00	m
Domyślna wys. pomieszczeń w świetle stropów Hi:	2,70	m
Pole powierzchni podłogi na gruncie Ag:	100,00	m2
Obwód podłogi na gruncie w świetle ścian zewn. Pg:	40,00	m
Obrót budynku:	Bez obrotu	

WARIANT 3 – wariant 4 + ściany zewnętrzne nadziemia

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyt budynku szkolnego	
Miejscowość:	Wasilków	
Adres:	Polna 1/4	
Projektant:	Piotr Rynkowski	
Data obliczeń:	Poniedziałek 31 Marca 2025 21:09	
Data utworzenia:	Niedziela 16 Marca 2025 19:50	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. U:	PN-EN ISO 6946	
Norma na projektowe obciążenie cieplne Φ :	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790 - miesięcznie	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	STREFA IV	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-22	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	6,9	°C
Stacja meteorologiczna:	Białystok	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m3·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	5473,18	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	17756,9	m3
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	74297	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	267782	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	342079	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	342079	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni, $\phi_{HL,A}$:	62,5	W/m2
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury, $\phi_{HL,V}$:	19,3	W/m3
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	1864,5	m3/h
Średnia liczba wymian powietrza n:	1,1	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	19385,6	m3/h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-22,0	°C

Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Białystok	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie Vv,H:	19385,6	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	1024,96	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	284711	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	5473,18	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	17756,9	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	187,3	MJ/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	52,0	kWh/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	57,7	MJ/(m3·rok)
Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło EVH:	16,0	kWh/(m3·rok)
Parametry obliczeń projektu:		
Obliczanie przenikania ciepła przy min. Δθmin:	4,0	K
Obliczanie przenikania ciepła przy min. Δθmin:	4,0	K
Wariant obliczeń strat ciepła do pomieszczeń w sąsiednich grupach:		
Obliczaj z ograniczeniem do θj,u		
Minimalna temperatura dyżurna θj,u:	16	K
budynkach tak jak by były nieogrzewane:	Nie	
Obliczanie automatyczne mostków cieplnych:	Tak	
Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną:	Nie	
Domyślne dane do obliczeń:		
Typ budynku:	Szkolny	
Typ konstrukcji budynku:	Bardzo ciężka	
Typ systemu ogrzewania w budynku:	Konwekcyjne	
Oslabienie ogrzewania:	Bez osłabienia	
Regulacja dostawy ciepła w grupach:	Indywidualna reg.	
Stopień szczelności obudowy budynku:	Średni	
Krotność wymiany powietrza wewn. n50 :	3,5	1/h
Klasa osłonięcia budynku:	Średnie osłonięcie	
Czas użytkowania/bytowe zyski ciepła:	12 h i więcej	
Domyślne dane dotyczące wentylacji:		
System wentylacji:	Naturalna	
Temperatura powietrza kompensacyjnego θc:	20,0	°C
Geometria budynku:		
Rzędna poziomu terenu:	-0,25	m
Domyślna rzędna podłogi Lf :	0,00	m
Rzędna wody gruntowej:	-3,25	m
Domyślna wysokość kondygnacji H:	3,00	m
Domyślna wys. pomieszczeń w świetle stropów Hi:	2,70	m
Pole powierzchni podłogi na gruncie Ag:	100,00	m2
Obwód podłogi na gruncie w świetle ścian zewn. Pg:	40,00	m
Obrót budynku:	Bez obrotu	

WARIANT 4 – wariant 5 + stropodach pełny nad galerią, łącznikiem i salą gimnast.

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyt budynku szkolnego	
Miejscowość:	Wasilków	
Adres:	Polna 1/4	
Projektant:	Piotr Rynkowski	
Data obliczeń:	Poniedziałek 31 Marca 2025 21:06	
Data utworzenia:	Niedziela 16 Marca 2025 19:50	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. U:	PN-EN ISO 6946	
Norma na projektowe obciążenie cieplne Φ :	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790 - miesięcznie	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	STREFA IV	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-22	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	6,9	°C
Stacja meteorologiczna:	Białystok	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m ³ ·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	5473,18	m ²
Kubatura ogrzewana budynku VH:	17756,9	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	87364	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	267782	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	355146	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	355146	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni, $\phi_{HL,A}$:	64,9	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury, $\phi_{HL,V}$:	20,0	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	1864,5	m ³ /h
Średnia liczba wymian powietrza n:	1,1	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	19385,6	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:		Białystok
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie Vv,H:	19385,6	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	1106,09	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	307248	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	5473,18	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	17756,9	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	202,1	MJ/ (m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	56,1	kWh/ (m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	62,3	MJ/ (m3·rok)
Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło EVH:	17,3	kWh/ (m3·rok)
Parametry obliczeń projektu:		
Obliczanie przenikania ciepła przy min. Δθmin:	4,0	K
Obliczanie przenikania ciepła przy min. Δθmin:	4,0	K
Wariant obliczeń strat ciepła do pomieszczeń w sąsiednich grupach:		
Obliczaj z ograniczeniem do θj,u		
Minimalna temperatura dyżurna θj,u:	16	K
budynkach tak jak by były nieogrzewane:	Nie	
Obliczanie automatyczne mostków cieplnych:	Tak	
Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną:	Nie	
Domyślne dane do obliczeń:		
Typ budynku:	Szkolny	
Typ konstrukcji budynku:	Bardzo ciężka	
Typ systemu ogrzewania w budynku:	Konwekcyjne	
Oslabienie ogrzewania:	Bez osłabienia	
Regulacja dostawy ciepła w grupach:	Indywidualna reg.	
Stopień szczelności obudowy budynku:	Średni	
Krotność wymiany powietrza wewn. n50 :	3,5	1/h
Klasa osłonięcia budynku:	Średnie osłonięcie	
Czas użytkowania/bytowe zyski ciepła:	12 h i więcej	
Domyślne dane dotyczące wentylacji:		
System wentylacji:	Naturalna	
Temperatura powietrza kompensacyjnego θc:	20,0	°C
Geometria budynku:		
Rzędna poziomu terenu:	-0,25	m
Domyślna rzędna podłogi Lf :	0,00	m
Rzędna wody gruntowej:	-3,25	m
Domyślna wysokość kondygnacji H:	3,00	m
Domyślna wys. pomieszczeń w świetle stropów Hi:	2,70	m
Pole powierzchni podłogi na gruncie Ag:	100,00	m2
Obwód podłogi na gruncie w świetle ścian zewn. Pg:	40,00	m
Obrót budynku:	Bez obrotu	

WARIANT 5 – wariant 6 + wymiana drzwi zewnętrznych

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyt budynku szkolnego	
Miejscowość:	Wasilków	
Adres:	Polna 1/4	
Projektant:	Piotr Rynkowski	
Data obliczeń:	Poniedziałek 31 Marca 2025 21:04	
Data utworzenia:	Niedziela 16 Marca 2025 19:50	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. U:	PN-EN ISO 6946	
Norma na projektowe obciążenie cieplne Φ :	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790 - miesięcznie	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	STREFA IV	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-22	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	6,9	°C
Stacja meteorologiczna:	Białystok	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/ (m3 · K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/ (m · K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	5473,18	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	17756,9	m3
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	96694	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	267782	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	364476	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	364476	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni, $\phi_{HL,A}$:	66,6	W/m2
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury, $\phi_{HL,V}$:	20,5	W/m3
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	1864,5	m3/h
Średnia liczba wymian powietrza n:	1,1	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	19385,6	m3/h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-22,0	°C

Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania, na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Białystok	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie Vv,H:	19385,6	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	1160,46	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	322350	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	5473,18	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	17756,9	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	212,0	MJ/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	58,9	kWh/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	65,4	MJ/(m3·rok)
Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło EVH:	18,2	kWh/(m3·rok)
Parametry obliczeń projektu:		
Obliczanie przenikania ciepła przy min. Δθmin:	4,0	K
Obliczanie przenikania ciepła przy min. Δθmin:	4,0	K
Wariant obliczeń strat ciepła do pomieszczeń w sąsiednich grupach:		
Obliczaj z ograniczeniem do θj,u		
Minimalna temperatura dyżurna θj,u:	16	K
budynkach tak jak by były nieogrzewane:	Nie	
Obliczanie automatyczne mostków cieplnych:	Tak	
Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną:	Nie	
Domyślne dane do obliczeń:		
Typ budynku:	Szkolny	
Typ konstrukcji budynku:	Bardzo ciężka	
Typ systemu ogrzewania w budynku:	Konwekcyjne	
Oslabienie ogrzewania:	Bez osłabienia	
Regulacja dostawy ciepła w grupach:	Indywidualna reg.	
Stopień szczelności obudowy budynku:	Średni	
Krotność wymiany powietrza wewn. n50 :	3,5	1/h
Klasa osłonięcia budynku:	Średnie osłonięcie	
Czas użytkowania/bytowe zyski ciepła:	12 h i więcej	
Domyślne dane dotyczące wentylacji:		
System wentylacji:	Naturalna	
Temperatura powietrza kompensacyjnego θc:	20,0	°C
Geometria budynku:		
Rzędna poziomu terenu:	-0,25	m
Domyślna rzędna podłogi Lf :	0,00	m
Rzędna wody gruntowej:	-3,25	m
Domyślna wysokość kondygnacji H:	3,00	m
Domyślna wys. pomieszczeń w świetle stropów Hi:	2,70	m
Pole powierzchni podłogi na gruncie Ag:	100,00	m2
Obwód podłogi na gruncie w świetle ścian zewn. Pg:	40,00	m
Obrót budynku:	Bez obrotu	

WARIANT 6 – system grzewczy, c.w.u. oraz wymiana okien

Wyniki - Ogólne

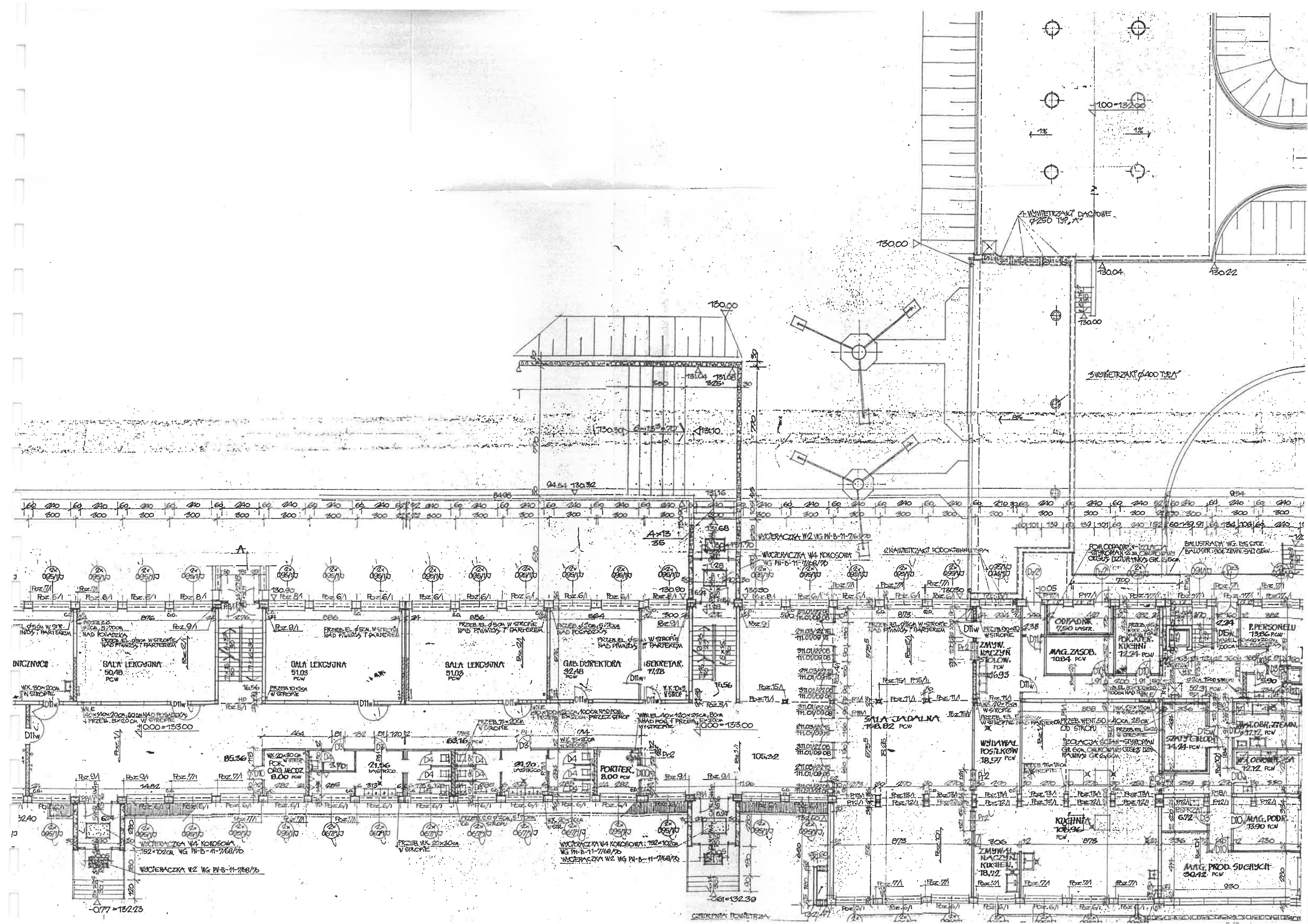
Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyt budynku szkolnego	
Miejscowość:	Wasilków	
Adres:	Polna 1/4	
Projektant:	Piotr Rynkowski	
Data obliczeń:	Poniedziałek 31 Marca 2025 21:02	
Data utworzenia:	Niedziela 16 Marca 2025 19:50	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. U:	PN-EN ISO 6946	
Norma na projektowe obciążenie cieplne Φ :	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790 - miesięcznie	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	STREFA IV	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-22	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	6,9	°C
Stacja meteorologiczna:	Białystok	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/ (m3 · K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/ (m · K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	5473,18	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	17756,9	m3
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	97231	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	267782	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	365013	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	365013	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni, $\phi_{HL,A}$:	66,7	W/m2
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury, $\phi_{HL,V}$:	20,6	W/m3
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące $V_{infiltr}$:	1864,5	m3/h
Średnia liczba wymian powietrza n:	1,1	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	19385,6	m3/h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-22,0	°C

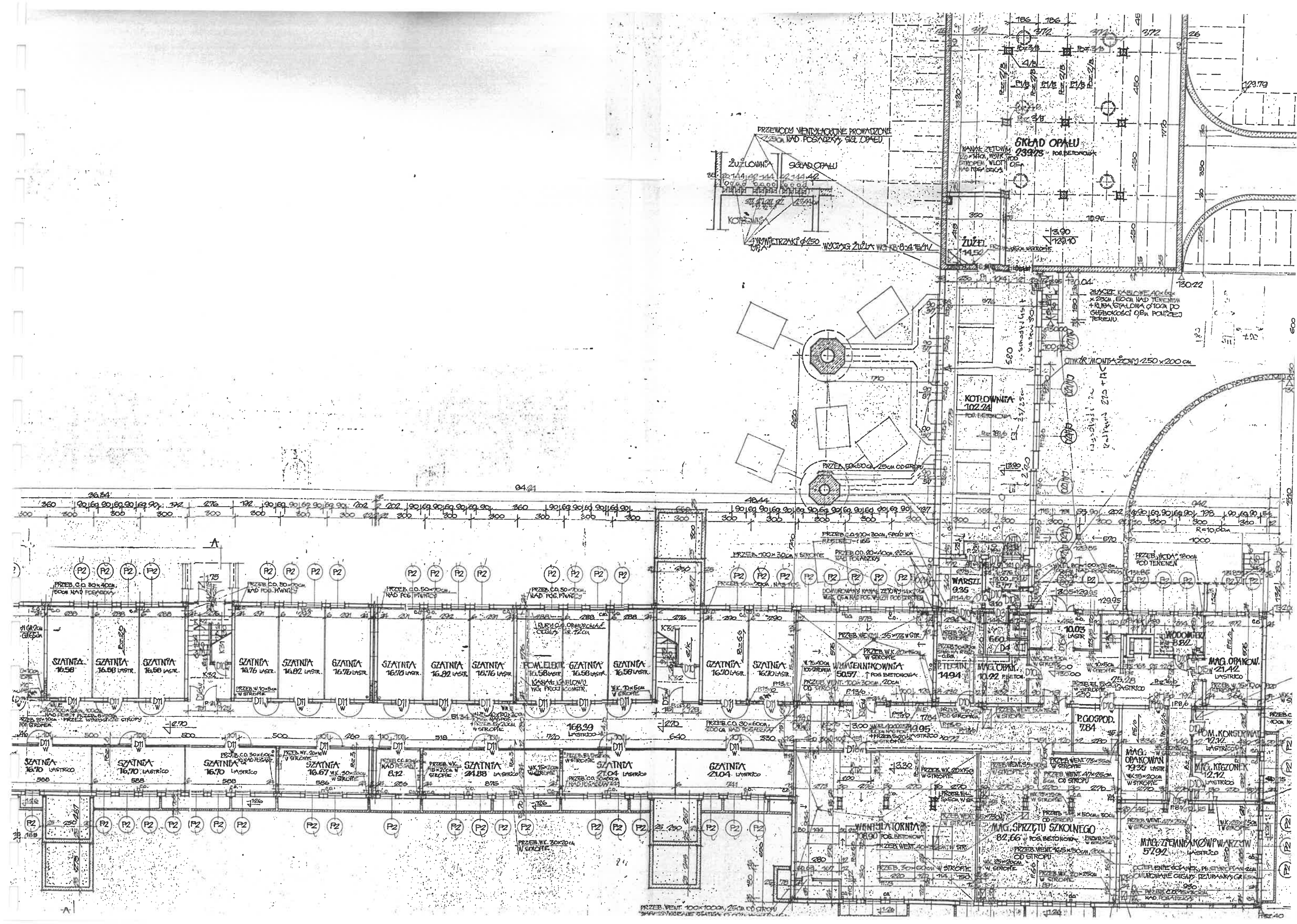
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Białystok	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie Vv,H:	19385,6	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	1163,45	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	323181	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	5473,18	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	17756,9	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	212,6	MJ/ (m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	59,0	kWh/ (m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	65,5	MJ/ (m3·rok)
Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło EVH:	18,2	kWh/ (m3·rok)
Parametry obliczeń projektu:		
Obliczanie przenikania ciepła przy min. Δθmin:	4,0	K
Obliczanie przenikania ciepła przy min. Δθmin:	4,0	K
Wariant obliczeń strat ciepła do pomieszczeń w sąsiednich grupach:		
Obliczaj z ograniczeniem do θj,u		
Minimalna temperatura dyżurna θj,u:	16	K
budynkach tak jak by były nieogrzewane:	Nie	
Obliczanie automatyczne mostków cieplnych:	Tak	
Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną:	Nie	
Domyślne dane do obliczeń:		
Typ budynku:	Szkolny	
Typ konstrukcji budynku:	Bardzo ciężka	
Typ systemu ogrzewania w budynku:	Konwekcyjne	
Oslabienie ogrzewania:	Bez osłabienia	
Regulacja dostawy ciepła w grupach:	Indywidualna reg.	
Stopień szczelności obudowy budynku:	Średni	
Krotność wymiany powietrza wewn. n50 :	3,5	1/h
Klasa osłonięcia budynku:	Średnie osłonięcie	
Czas użytkowania/bytowe zyski ciepła:	12 h i więcej	
Domyślne dane dotyczące wentylacji:		
System wentylacji:	Naturalna	
Temperatura powietrza kompensacyjnego θc:	20,0	°C
Geometria budynku:		
Rzędna poziomu terenu:	-0,25	m
Domyślna rzędna podłogi Lf :	0,00	m
Rzędna wody gruntowej:	-3,25	m
Domyślna wysokość kondygnacji H:	3,00	m
Domyślna wys. pomieszczeń w świetle stropów Hi:	2,70	m
Pole powierzchni podłogi na gruncie Ag:	100,00	m2
Obwód podłogi na gruncie w świetle ścian zewn. Pg:	40,00	m
Obrót budynku:	Bez obrotu	

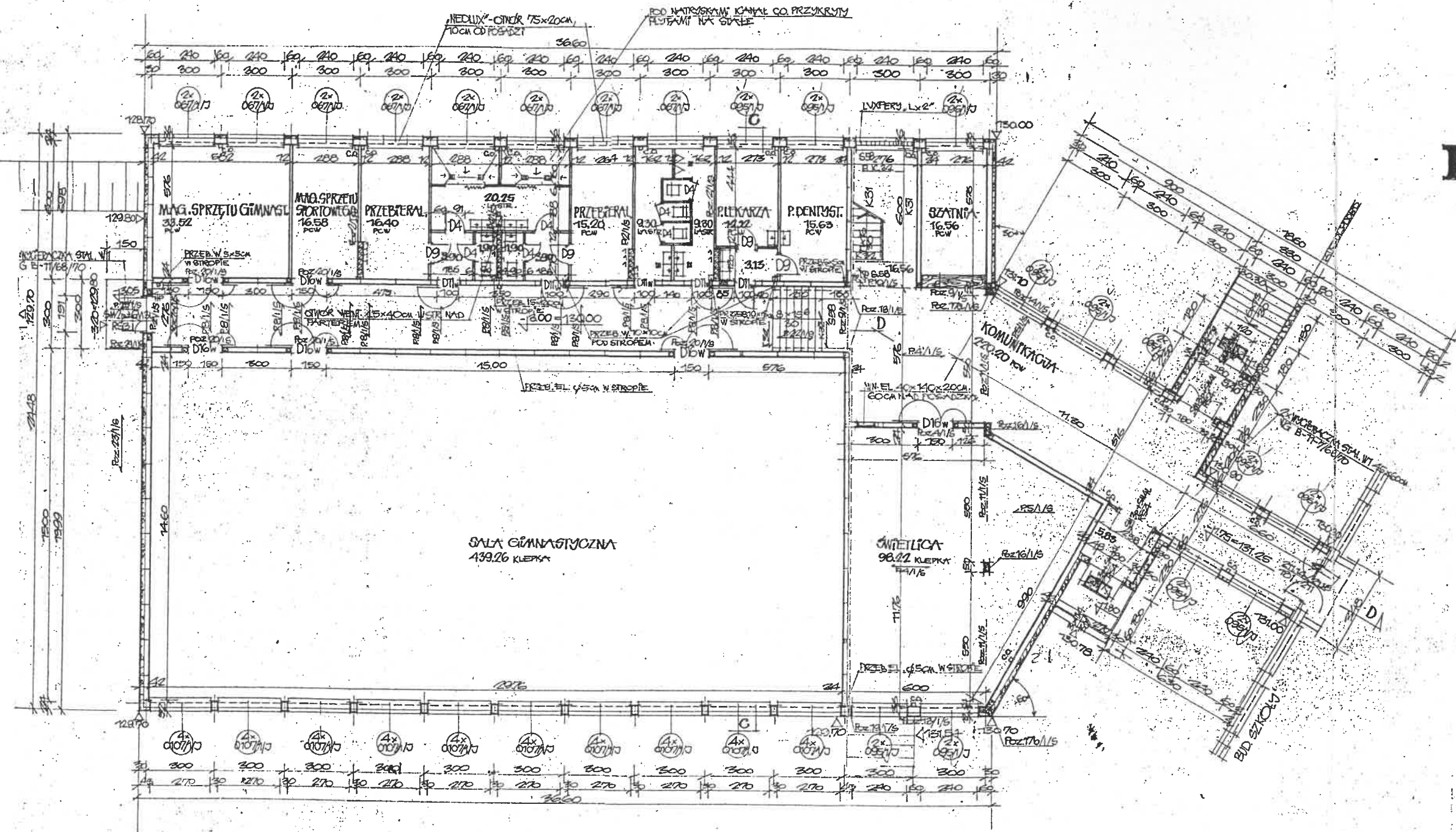
ZAŁĄCZNIK 3

Rzuty budynku

Z3.1 Rzut piwnic	w skali 1:200
Z3.2 Rzut parteru	w skali 1:200
Z3.3 Rzut sali gimnastycznej	w skali 1:200
Z3.4 Rzut piętra	w skali 1:200
Z3.5 Rzut I piętra sali gimnastycznej	w skali 1:200
Z3.6 Rzut II piętra	w skali 1:200
Z3.7 Przekrój pionowy A-A	w skali 1:200

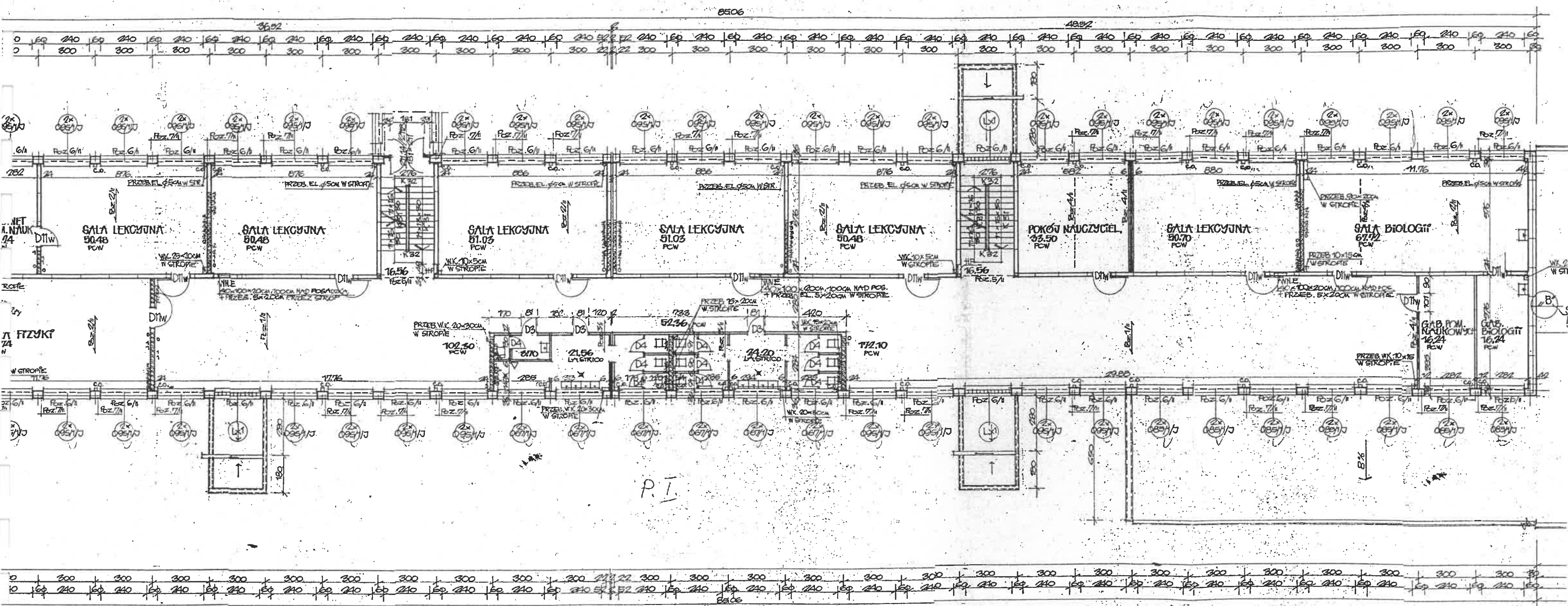




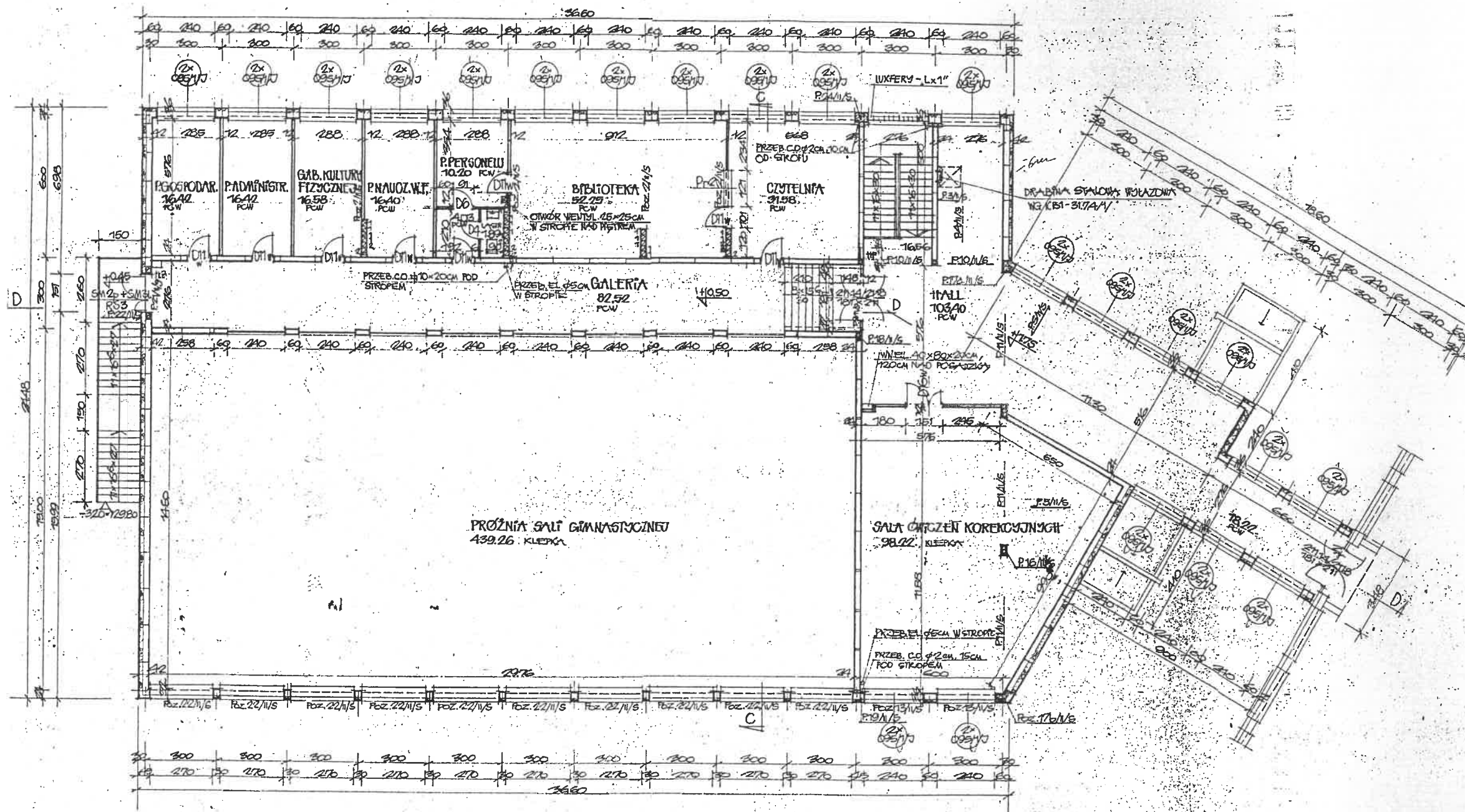


PARTER

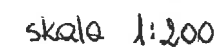
skala 1:200



PIETRO

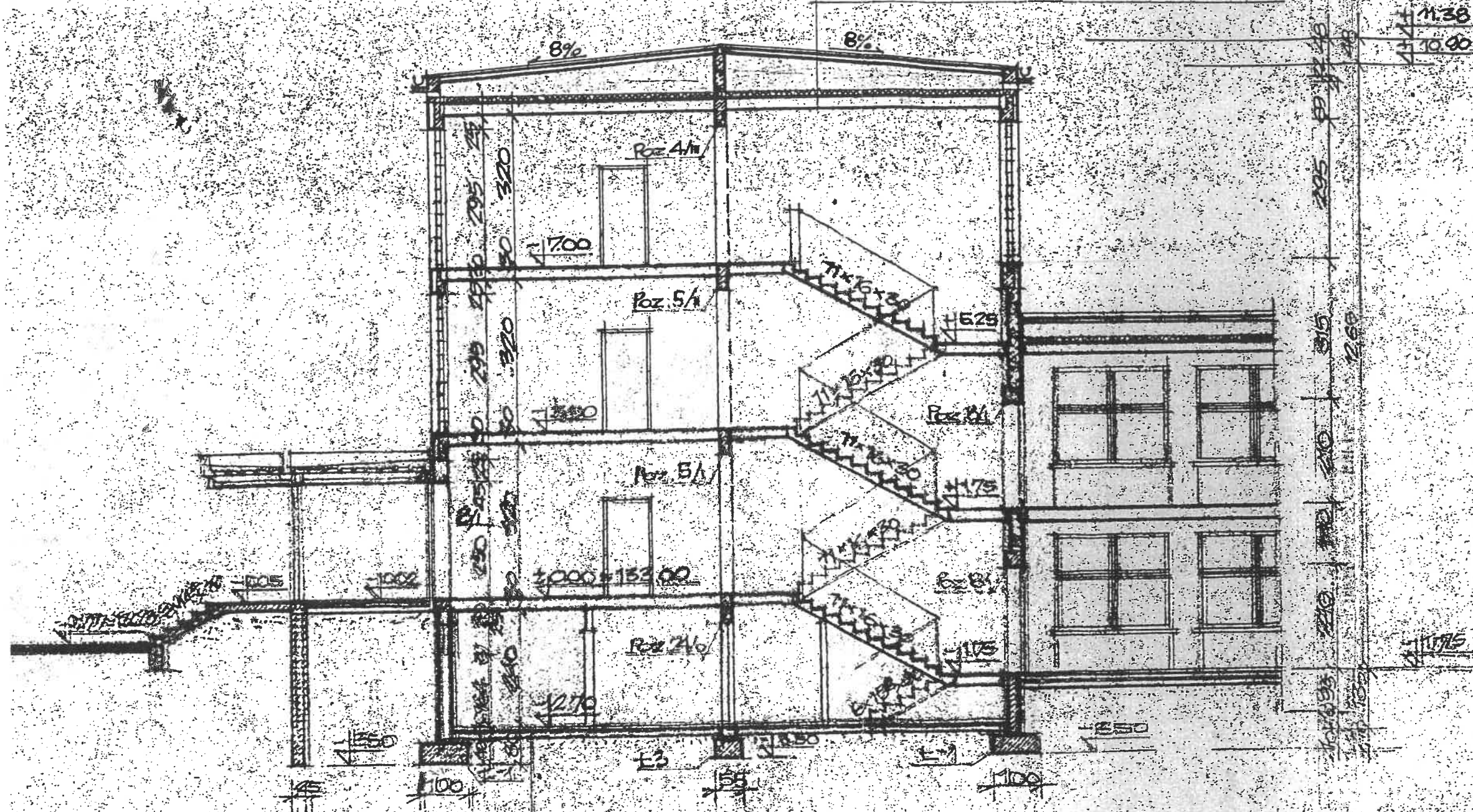


PIĘTRO
skala 1:200



3xPAPA ASFALTOWA NA LEPKU WG PN-80/B-10240
 PRZETARCIE GŁADZA CEMENT. GR 1cm
 PŁYTKI KORYTKOWE
 PRZESTRZEN WENTYLACYJNA
 MATY Z WEŁNY MINERALNEJ GR 6cm
 STROP KANAŁOWY

grubość 3cm



LASTRICO NA WARSTWIE
 PODŁ. CEMENTOWEGO 4cm
 STYROPAJ NA ZŁĄCZACH PAPA 2cm
 2xPAPA ASFALT. NA LEPKU ASFALTOWYM
 CIUDY BETON 15cm
 UBITY PIASEK GR 30cm

PRZEKRÓJ A-A 1:100

ZBIORNA SZKOLA
 GMINA W WĄSKOWIE
 1:100

PRZEKRÓJ A-A
 INŻYNIER
 JAN KASAC
 ALEXANDRA
 KOŁODKO



