Termobudowa

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

Urzędu Miasta Puck
przy ul. 1-go Maja 13



Ustawa "o wspieraniu termomodernizacji i remontów" z dnia 21 listopad 2008r. z późniejszymi zmianami

Puck 2015

1. Strona tytułowa audytu energetycznego

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	*Użyteczności publicznej - Urząd Miasta*	1.2 Rok budowy	*1920*
1.3 INWESTOR (nazwa lub imię i nazwisko)	Gmina Miasta Puck ul. 1-go Maja 13 84-100 Puck	1.4 Adres budynku ul. 1-go Maja 13 84-100 Puck pomorskie	
2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:			
Budone Karol Kwiatek Ul. Oliwkowa 23/2 81-589 Gdynia NIP: 958-129-16-69			
3. Imię, Nazwisko, adres oraz numer PESEL audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:			
mgr inż. Karol Kwiatek Budone Karol Kwiatek 81-589 Gdynia,ul. Oliwkowa 23/2 NIP: 958-129-16-69, tel. 501-47-79-79 www.termobudowa.pl biuro@termobudowa.pl		podpis	

4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac, posiadane kwalifikacje		
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego
1	---	---

5. Miejscowość: Puck **Data wykonania opracowania** sierpień 2015

6. Spis treści

1. Strona tytułowa audytu energetycznego

2. Karta audytu energetycznego budynku

3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

5. Ocena stanu technicznego budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7. Dokumentacja wykonania kolejnych kroków algorytmu służącego wybraniu optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przewidzianego do realizacji

9. Załącznik nr 1. - dokumentacja techniczna budynku

2. Karta audytu energetycznego budynku

2.1. Dane ogólne			
2.1.1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	
2.1.2.	Liczba kondygnacji	4	
2.1.3.	Kubatura części ogrzewanej	4468,21	
2.1.4.	Powierzchnia netto budynku	1519,80	
2.1.5.	Pow. użytkowa części mieszkalnej	0,00	
2.1.6.	Pow. użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych	0,00	
2.1.7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	
2.1.8.	Liczba osób użytkujących budynek	88,00	
2.1.9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	Miejscowe	
2.1.10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Centralne	
2.1.11.	Współczynnik kształtu A/V	0,66	
2.1.12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
2.2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane		**Stan przed termomodernizacją**	**Stan po termomodernizacji**
2.2.1.	Ściany zewnętrzne	1,23	0,20
2.2.2.	Dach/stropodach	1,20	0,15
2.2.3.	Okna	1,60; 2,51	0,90; 2,51
2.2.4.	Drzwi/bramy	2,51	2,51
2.2.5.	Ściany na gruncie	0,69	0,19
2.2.6.	Podłogi na gruncie	0,50	0,50
2.3. Sprawności składowe systemu grzewczego		**Stan przed termomodernizacją**	**Stan po termomodernizacji**
2.3.1.	Sprawność wytwarzania	0,930	0,930
2.3.2.	Sprawność przesyłania	0,800	0,960
2.3.3.	Sprawność regulacji	0,770	0,890
2.3.4.	Sprawność akumulacji	1,000	1,000
2.3.5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia	0,850	0,850
2.3.6.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w ciągu doby	0,910	0,910
2.4. Charakterystyka systemu wentylacji		**Stan przed termomodernizacją**	**Stan po termomodernizacji**
2.4.1.1.	Rodzaj wentylacji	Wentylacja grawitacyjna	Wentylacja grawitacyjna
2.4.1.2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	stolarka/kanały grawitacyjne	stolarka/kanały grawitacyjne
2.4.1.3.	Strumień powietrza wentylacyjnego	6074,25	6074,25

2.4.1.4.	Liczba wymian	1,36	1,36
2.5. Charakterystyka energetyczna budynku		**Stan przed termomodernizacją**	**Stan po termomodernizacji**
2.5.1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	71,34	23,67
2.5.2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	4,20	4,20
2.5.3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	733,59	336,06
2.5.4.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	990,49	327,14
2.5.5.	Obliczenie zużycia energii na przygotowanie ciepłej wody [GJ/rok]	30,25	39,03
2.5.6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego i na przygotowanie cwu [GJ/rok]	472,56	---
2.5.7.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m^2rok)]	134,08	61,42
2.5.8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m^3rok)]	61,58	20,34
2.5.9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m^2rok)]	181,04	59,79
2.6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)		**Stan przed termomodernizacją**	**Stan po termomodernizacji**
2.6.1.	Opłata za 1 GJ na ogrzewanie	46,42	46,42
2.6.2.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc	16485,35	16485,35
2.6.3.	Opłata za podgrzanie 1m^3 wody użytkowej	37,02	24,41
2.6.4.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc	16485,35	16485,35
2.6.5.	Opłata za ogrzanie 1m^2 powierzchni użytkowej na miesiąc	4,03	1,33
2.6.6.	Opłata abonamentowa	-	-
2.6.7.	Inne	-	-

2.7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Planowana kwota kredytu [zł]	631519,25	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	64,12
Planowane koszty całkowite [zł]	631519,25	Premia termomodernizacyjna [zł]	85486,31
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	42743,15		

3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych

3.1. Ustawy i Rozporządzenia

1. Ustawa "prawo budowlane" z dnia 7 lipca 1994r. z późniejszymi zmianami
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzór kart audytów, a także algorytmy opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego sposobu weryfikacji audytu energetycznego i części audytu remontowego oraz szczegółowych warunków, jakie powinny spełniać podmioty, którym BGK może zlecać wykonanie weryfikacji audytów
4. Ustawa "o wspieraniu termomodernizacji i remontów" z dnia 21 listopad 2008r. z późniejszymi zmianami
5. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 06 listopada 2008r. w sprawie metodologii obliczeń charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącego samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectwa ich charakterystyki energetycznej

3.2. Normy techniczne

1. PN-EN ISO 6946 - Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania.
2. PN-EN ISO 13790:2009 Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczenia zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia.
3. PN-83/B-03430 - Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania.
4. PN-82/B-02402 - Temperatury ogrzewanych pomieszczeń w budynkach.
5. PN-82/B-02403 - Temperatury obliczeniowe zewnętrzne.
6. PN-EN 12831:2006 – Metoda obliczania projektowanego obciążenia cieplnego.

3.3. Materiały przekazane przez inwestora

1. Dokumentacja techniczna
2. Informacje techniczne przekazane przez inwestora

3.4. Inne materiały oraz programy komputerowe

1. Materiały z przeprowadzonej wizji lokalnej
2. Program komputerowy ArCADiasoft Chudzik sp. j. ArCADia-TERMO PRO 6.3

3.5. Wytyczne oraz uwagi inwestora

1. Obniżenie kosztów ogrzewania
2. Wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie Termomodernizacyjnej
3. Dostosowanie budynku do warunków technicznych WT2021
4. Maksymalna wielkość środków własnych inwestora, stanowiących możliwy do zadeklarowania udział własny przeznaczony na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wynosi:

0 zł

5. Kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora::

647000 zł

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4.1. Ogólne dane techniczne

Konstrukcja/technologia budynku	-	tradycyjna
Kubatura budynku	-	5460,00 m^3
Kubatura ogrzewania	-	4468,21 m^3
Powierzchnia netto budynku	-	1519,80 m^2
Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej	-	0,00 m^2
Współczynnik kształtu	-	0,34 m^{-1}
Powierzchnia zabudowy budynku	-	511,20 m^2
Ilość mieszkań	-	0
Ilość mieszkańców	-	88

4.2. Dokumentacja techniczna budynku

Usytuowanie budynku w stosunku do stron świata, przekroje i rzuty techniczne znajdują się w załączniku stanowiącym integralną część audytu energetycznego.

4.3. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

4.3.1. Zbiorcza charakterystyka przegród budowlanych

Ściany zewnętrzne	1,23	W/(m^2•K)
Dach/stropodach	1,20	W/(m^2•K)
Okna	1,60; 2,51	W/(m^2•K)
Drzwi/bramy	2,51	W/(m^2•K)
Ściany na gruncie	0,69	W/(m^2•K)
Podłogi na gruncie	0,50	W/(m^2•K)

4.4. Taryfy i opłaty

Ceny ciepła - c.o.	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
Opłata za 1 GJ na ogrzewanie	46,42 zł/GJ	46,42 zł/GJ
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie	16485,35 zł/MW/mc	16485,35 zł/MW/mc
Inne koszty, abonament	0,00 zł/mc	0,00 zł/mc
Ceny ciepła - c.w.u.	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
Opłata za 1 GJ	138,90 zł/GJ	46,42 zł/GJ
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u.	16485,35 zł/MW/mc	16485,35 zł/MW/mc
Inne koszty, abonament	0,00 zł/mc	0,00 zł/mc
Obliczenia opłaty za 1 GJ energii na ogrzewanie w przypadku ogrzewania indywidualnego		

Rodzaj paliwa	Cena jednostki paliwa	% udział źródła	Wartość opałowa	Cena za GJ	średnia ważona opłata za GJ
Energia elektryczna – Produkcja mieszana	0,50zł	100%	0,004 GJ/GJ	138,90zł	138,90
	Σ	100%			

4.5. Charakterystyka systemu grzewczego		
Wytwarzanie	Węzeł ciepłowniczy kompaktowy bez obudowy, o mocy nominalnej powyżej 100 do 300 kW Ciepło z kogeneracji - węgiel kamienny	$\eta_{H,g}$ = 0,930
Przesyłanie ciepła	C.o. wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z niezaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni nieogrzewanej	$\eta_{H,d}$ = 0,800
Regulacja systemu grzewczego	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej bez automatycznej regulacji miejscowej	$\eta_{H,e}$ = 0,770
Akumulacje ciepła	Brak zasobnika buforowego	$\eta_{H,s}$ = 1,000
Czas ogrzewania w okresie tygodnia	Liczba dni: 5 dni	w_t = 0,850
Przerwy w ogrzewaniu w okresie doby	Liczba godzin: 12 godzin	w_d = 0,910
Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_{H,tot} = \eta_{H,g}\eta_{H,d}\eta_{H,e}\eta_{H,s}$ =		0,573
Informacje uzupełniające dotyczące przerw w ogrzewaniu	-	
Modernizacja systemu grzewczego po 1984 r.	brak modernizacji	wymagany próg oszczędności: **15%**
Moc cieplna zamówiona (centralne ogrzewanie)		0,0436 MW
4.6. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej		
Wytwarzanie ciepła	Elektryczny podgrzewacz akumulacyjny (z zasobnikiem ciepłej wody użytkowej bez strat)	$\eta_{W,g}$ = 0,960
Przesył ciepłej wody	Podgrzewanie wody bezpośrednio przy punkach poboru	$\eta_{W,d}$ = 1,000
Akumulacja ciepła	Brak zasobnika	$\eta_{W,s}$ = 1,000
Sprawność całkowita systemu c.w.u. $\eta_{W,tot} = \eta_{W,g}\eta_{W,d}\eta_{W,s}$ =		0,960
Moc cieplna zamówiona (ciepła woda użytkowa)		0,0000 MW
4.7. Charakterystyka systemu wentylacji		
Rodzaj wentylacji	Wentylacja grawitacyjna	
Sposób doprowadzania i odprowadzania powietrza	stolarka/kanały grawitacyjne	
Strumień powietrza	6074,25	

wentylacyjnego	
Krotność wymian powietrza	1,36

Wentylacja w budynku zapewnia prawidłowe przewietrzanie. W okresie zimowym na skutek nadmiernego napływu powietrza zimnego mogą następować wysokie straty ciepła na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego.

5. Ocena stanu technicznego budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Rodzaj przegrody lub instalacji	Charakterystyka stanu istniejącego i możliwości poprawy
Ściana zewnętrzna	Ściana zewnętrzna niezaizolowana nie spełnia dzisiejszych wymogów. Niski opór cieplny ściany powoduje duże straty ciepła przez przenikanie oraz duże zapotrzebowanie na energię użytkową. Ściana kwalifikuje się do izolacji. Metoda izolacji ściany bezspoinowa.
Ściana na gruncie	Ściana zewnętrzna niezaizolowana. Niski opór cieplny ściany powoduje duże straty ciepła przez przenikanie oraz duże zapotrzebowanie na energię użytkową. Ściana kwalifikuje się do izolacji termicznej i hydroizolacji.
Podłoga na gruncie	Nie będzie podlegać termomodernizacji
Stropodach	Przegroda nie spełnia wymagań dotyczących minimalnego oporu cieplnego - konieczne przeprowadzenie termomodernizacji. Wysoki wsp. przenikania ciepła stropodachu powoduje duże straty ciepła przez przenikanie. Niski opór wpływa na komfort cieplny oraz wysokie koszty ogrzewania.
Okno zewnętrzne	Okna w stanie technicznym dobrym jednak nie spełniają dzisiejszych warunków technicznych WT2014. Zamierzenia dostosowania budynku do przyszłych Warunków Technicznych WT2021 (dla budynków zajmowanych przez władze publiczne WT będą obowiązywać od 1.01.2019 r.) wskazują na ich wymianę co zmniejszy straty ciepła i zmniejszy zapotrzebowanie na energie użytkową.
System grzewczy	Wymiana przewodów rozprowadzających c.o. wraz z grzejnikami i głowicami termostatycznymi. Węzeł cieplny wyposażony w wodomierze i pompy w stanie dobrym. Widoczne braki izolacji należy uzupełnić w brakującą otulinę izolacyjną.
Instalacja ciepłej wody użytkowej	W budynku nie występuje system ciepłej wody użytkowej. Zaleca się modernizację węzła cieplnego z wymiennikiem ciepła na c.w.u oraz instalację przewodów rozprowadzających z cyrkulacją.

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

6.1 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie przez ściany, stropy i stropodachy

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	**Wariant 1, Płyta styropianowa EPS 70-040 FASADA, λ= 0,040 [W/(m•K)];**	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła As:	**692,10**m^2	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia Ak:	**692,10**m^2	
Stopniodni: **3188,92** dzień•K/rok	t_{wo}= **19,10**°C	t_{zo}= **-16,00**°C

		Stan istniejący	Wariant numer		
			Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	46,42	46,42	46,42	46,42
Opłata za 1 MW Om	zł (MW * m-c)	16485,35	16485,35	16485,35	16485,35
Inne koszty, abonament Ab	zł/mc	0,00	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	15	16	17
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m^{2}K)	1,230	0,219	0,208	0,198
Opór cieplny R	(m^{2}K)/W	0,81	4,56	4,81	5,06
Zwiększenie oporu cieplnego Δ R	(m^{2}K)/W	---	3,75	4,00	4,25
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	234,55	41,79	39,62	37,66
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0299	0,0053	0,0050	0,0048
Roczna oszczędność kosztów Δ O	zł/rok	---	13805,61	13961,08	14101,20
Cena jednostkowa usprawnienia K_j	zł/m^2	---	176,64	177,85	179,07
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	150370,63	151400,68	152439,25
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	10,89	10,84	10,81

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.2

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 152439,25 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 10,81 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 17 cm

Informacje uzupełniające:

Ceny jednostkowe na podstawie analizy cen rynku. Koszt jednostkowy zawiera materiał z wykonaniem, obróbką ościeży oraz tynkowaniem. Wybrany wariant wynika z przyjętych założeń wg nowych Warunków technicznych WT2021 (dla budynków zajmowanych przez władze publiczne WT będą obowiązywać od 1.01.2019 r.) wchodzące w życie w 2021 roku, gdzie Współczynnik przenikania ciepła U<0,20 R>5,00.

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	**Wariant 1, Płyta styropianowa EPS 100-038 DACH, λ= 0,038 [W/(m•K)];**	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła As:	**507,31**m^2	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia Ak:	**507,31**m^2	
Stopniodni: **3188,92** dzień•K/rok	t_{wo}= **19,10**°C	t_{zo}= **-16,00**°C

		Stan istniejący	Wariant numer		
			Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	46,42	46,42	46,42	46,42
Opłata za 1 MW Om	zł (MW * m-c)	16485,35	16485,35	16485,35	16485,35
Inne koszty, abonament Ab	zł/mc	0,00	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	23	24	25
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m^{2}K)	1,200	0,145	0,140	0,135
Opór cieplny R	(m^{2}K)/W	0,83	6,89	7,15	7,41
Zwiększenie oporu cieplnego Δ R	(m^{2}K)/W	---	6,05	6,32	6,58
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	167,73	20,30	19,55	18,86
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0214	0,0026	0,0025	0,0024
Roczna oszczędność kosztów Δ O	zł/rok	---	10559,32	10612,83	10662,55
Cena jednostkowa usprawnienia K_j	zł/m^2	---	216,71	220,21	223,71
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	135225,15	137409,12	139593,09
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	12,81	12,95	13,09

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 135225,15 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 12,81 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 23 cm

Informacje uzupełniające:

Ceny jednostkowe na podstawie analizy cen rynku. Koszt jednostkowy zawiera materiał z montażem, oczyszczenie powierzchni oraz hydroizolacja papą termozgrzewalną. Wybrany wariant wynika z przyjętych założeń wg nowych Warunków technicznych WT2021 (dla budynków zajmowanych przez władze publiczne WT będą obowiązywać od 1.01.2019 r.) wchodzące w życie w 2021 roku, gdzie Współczynnik przenikania ciepła dachów wynosi U<0,15 a opór cieplny R>6,67.

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Ściana na gruncie		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	**Wariant 1, Polistyren ekstrudowany XPS, λ= 0,031 [W/(m•K)];**	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła As:	**160,92**m^2	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia Ak:	**160,92**m^2	
Stopniodni: **3188,92** dzień•K/rok	t_{wo}= **19,10**°C	t_{zo}= **-16,00**°C

		Stan istniejący	Wariant numer		
			Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	46,42	46,42	46,42	46,42
Opłata za 1 MW Om	zł (MW * m-c)	16485,35	16485,35	16485,35	16485,35
Inne koszty, abonament Ab	zł/mc	0,00	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	10	11	12
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m^2K)	0,692	0,214	0,200	0,188
Opór cieplny R	(m^2K)/W	1,45	4,67	4,99	5,32
Zwiększenie oporu cieplnego Δ R	(m^2K)/W	---	3,23	3,55	3,87
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	30,68	9,49	8,88	8,34
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0039	0,0012	0,0011	0,0011
Roczna oszczędność kosztów Δ O	zł/rok	---	1517,60	1561,51	1600,10
Cena jednostkowa usprawnienia K_j	zł/m^2	---	421,75	424,21	426,66
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	83477,65	83964,56	84449,50
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	55,01	53,77	52,78

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.2

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 84449,50 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 52,78 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 12 cm

Informacje uzupełniające:

Ceny jednostkowe na podstawie analizy cen rynku. Koszt jednostkowy zawiera materiał z wykonaniem, hydroizolację i pracami ziemnymi. Wybrany wariant wynika z przyjętych założeń wg nowych Warunków technicznych WT2021 (dla budynków zajmowanych przez władze publiczne WT będą obowiązywać od 1.01.2019 r.) wchodzące w życie w 2021 roku, gdzie Współczynnik przenikania ciepła U<0,20 R>5,00.

6.2 Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawie systemu wentylacji

Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji
Modernizacja przegrody Okna zewnętrzne
Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: **6074,25** m^3/h
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: **224,88**m^2
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: **224,88**m^2
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: **224,88**m^2
Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru: Brak osłonięcia cr = 1,2 ,cw = 1,00
Stan istniejący: Stolarka szczelna (0,5 < a < 1)
Stopniodni: **3525,30** dzień•K/rok θi = **19,10**°C θe = **-16,00**°C

		Stan istniejący	Wariant numer	
			W1	W2
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	38,68	38,68	38,68
Opłata za 1 MW	zł/MW/mc	16496,95	16496,95	16496,95
Inne koszty, abonament	zł/mc	0,00	0,00	0,00
Współczynnik c_m		1,00	1,00	1,00
Współczynnik c_r		1,00	0,85	0,70
Współczynnik a		---	---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m^2K)	1,600	1,300	0,900
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	739,15	624,17	502,34
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0851	0,0828	0,0796
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	4916,31	10253,78
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m^2	---	267,18	359,79
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	73902,63	99518,78
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	7875,00	7875,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	16,63	10,47

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 2

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 107393,78 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 10,47 lat

Stolarka bardzo szczelna (a < 0,3)

Modernizacja systemu wentylacji

U= 0,90 W/(m^2K)

Informacje uzupełniające:

Okna energooszczędne 3 szybowe z profilem PVC 7 komorowym o wsp. ciepła U<0.9. Wybrany wariant wynika z przyjętych założeń wg nowych Warunków technicznych WT2021 wchodzące w życie w 2021 roku (dla budynków zajmowanych przez władze publiczne WT będą obowiązywać od 1.01.2019 r.).

6.3 Ocena opłacalności i wybór wariantu prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej

6.3.1 Obliczenia mocy cieplnej oraz zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania cwu

		Stan istniejący	Wariant 1
Liczba użytkowników L_i		88,00	88,00
Zapotrzebowanie jednostkowe Vcw	[m^3/d]	0,007	0,007
Temperatura ciepłej wody na zaworze czerpalnym	[°C]	55,00	55,00
Liczba dni użytkowania t_{uz}	[dni]	250,00	250,00
Czas użytkowania w ciągu doby τ	[h]	24,00	24,00
Sprawność źródła ciepła		0,960	0,930
Sprawność przesyłu		1,000	0,800
Sprawność akumulacji ciepła		1,000	1,000
Współczynnik nierównomierności Nh		3,13	3,13
Zużycie w ciągu doby G_d	[m^3/d]	0,62	0,62
Zużycie średnie godzinowe $G_{h,śr}$	[m^3/h]	0,03	0,03
Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła Q_{cw}	[GJ/a]	**30,246**	**39,028**
Max moc cieplna q_{cwu}	[MW]	**0,0042**	**0,0042**

6.3.2 Ocena opłacalności modernizacji instalacji cwu

		Stan istniejący	Wariant 1
Opłata za 1 GJ	[zł/GJ]	138,90	46,42
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu	[zł/MW]	16485,35	16485,35
Inne koszty, abonament	[zł]	0,00	0,00
Roczna oszczędność kosztów ΔO	[zł/a]	---	2389,56
Koszt modernizacji Nu	[zł]	---	4579,29
SPBT	[lat]	---	1,92

6.3.3 Uproszczona kalkulacja kosztów modernizacji instalacji cwu dla wariantu optymalnego

Planowane usprawnienia:	Nakłady
Instalacja przewodów z cyrkulacją c.w.u.	4579,29
Suma:	**4579,29**

6.3.4 Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu c.w.u.

Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania η_g	brak
Ulepszenie sprawności przesyłu η_d	Instalacja rurociągów c.w.u. zapewniająca dopływ ciepłej wody użytkowej w pomieszczeniach sanitarnych, łazienkach i kuchniach.
Ulepszenie sprawności akumulacji η_s	brak

6.4. Ocena opłacalności i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność cieplną systemu grzewczego

6.4.1. Ocena opłacalności modernizacji instalacji grzewczej

		Stan istniejący	Wariant 1
Opłata za 1 GJ na ogrzewanie	[zł/GJ]	46,42	46,42
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie	[zł/MW]	16485,35	16485,35
Inne koszty, abonament	[zł]	0,00	0,00
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło	[GJ]	733,59	
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[MW]	0,0713	
Sprawność systemu grzewczego		0,573	0,795
Roczna oszczędność kosztów ΔO	[zł/a]	---	12829,19
Koszt modernizacji	[zł]	---	147432,29
SPBT	[lat]	---	11,49

6.4.2. Rodzaje usprawnień termomodernizacyjnych składające się na optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiające sprawność systemu grzewczego

Usprawnienia termomodernizacyjne	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
Sprawność wytwarzania $\eta_{H,g}$	0,930	0,930
Sprawność przesyłania $\eta_{H,d}$	0,800	0,960
Sprawność regulacji $\eta_{H,e}$	0,770	0,890
Sprawność wykorzystania $\eta_{H,s}$	1,000	1,000
Współczynnik tygodniowych przerw w ogrzewaniu w_t	0,850	0,850
Współczynnik dobowych przerw w ogrzewaniu w_d	0,910	0,910

6.4.3 Uproszczona kalkulacja kosztów przedsięwzięcia poprawiającego sprawność systemu grzewczego

Planowane usprawnienia:	Nakłady
Wymiana instalacji c.o.: wymiana rurociągów wielowarstwowych PEX z izolacją oraz zaworami	32058,72
Wymiana grzejników: Grzejniki płytowe konwekcyjne 21 KV z zaworami odcinającymi	106466,09
Wymiana głowic termostatycznych	8907,48
Suma:	**147432,29**

6.4.4 Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu grzewczego

Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania η_g	Węzeł cieplny pozostaje bez zmian. Uzupełnienie w brakującą otulinę izolacyjną rur w kotłowni.
Ulepszenie sprawności przesyłu η_d	Wymiana przewodów c.o. z otuliną izolacyjną zwiększy sprawność przesyłu i w ten sposób zmniejszy zapotrzebowanie na energię końcową.
Ulepszenie sprawności regulacji η_e	Wymiana grzejników z zaworami podpionowymi oraz zaworów termostatycznych zwiększy sprawność regulacji i wykorzystania i w ten sposób zmniejszy zapotrzebowanie na energię końcową oraz utrzyma temp. powietrza na żądanym poziomie.
Ulepszenie sprawności akumulacji η_s	-
Ulepszenie dotyczące przerw w ogrzewaniu w_t i w_d	-

7. Dokumentacja wykonania kolejnych kroków algorytmu służącego wybraniu optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1. Zestawienie wybranych usprawnień i wariantów termomodernizacyjnych w kolejności rosnącej wartości SPBT

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lat]
1.	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	4579,29 zł	1,92
2.	Modernizacja przegrody Okien zewnętrznych	107393,78 zł	10,47
3.	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	152439,25 zł	10,81
4.	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	135225,15 zł	12,81
5.	Modernizacja przegrody Ściana na gruncie	84449,50 zł	52,78
	Modernizacja systemu grzewczego	147432,29	---

7.2 Określenie kosztów poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant 1		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	4579,29
2	Modernizacja przegrody Okien zewnętrznych	107393,78
3	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	152439,25
4	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	135225,15
5	Modernizacja przegrody Ściana na gruncie	84449,50
6	Modernizacja systemu grzewczego	147432,29
Całkowity koszt		631519,25

Wariant 2		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	4579,29
2	Modernizacja przegrody Okien zewnętrznych	107393,78
3	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	152439,25
4	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	135225,15
5	Modernizacja systemu grzewczego	147432,29
Całkowity koszt		547069,76

Wariant 3		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	4579,29
2	Modernizacja przegrody Okien zewnętrznych	107393,78
3	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	152439,25
4	Modernizacja systemu grzewczego	147432,29
Całkowity koszt		411844,60

Wariant 4		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	4579,29
2	Modernizacja przegrody Okien zewnętrznych	107393,78
3	Modernizacja systemu grzewczego	147432,29
Całkowity koszt		259405,36

Wariant 5		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	4579,29
2	Modernizacja systemu grzewczego	147432,29
Całkowity koszt		152011,58

Wariant 6		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu grzewczego	147432,29
Całkowity koszt		147432,29

7.3. Wyniki komputerowych obliczeń dla poszczególnych wariantów przedsięwzięcia

Wariant	sumaryczna strata ciepła budynku	roczne zapotrzebowanie energii budynku	średnia temperatura pomieszczeń ogrzewanych	powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych	kubatura pomieszczeń ogrzewanych	kubatura budynku	kubatura przestrzeni ogrzewanej	wskaźnik cieplny budynku	stosunek pow. przegród zewnętrznych do kubatury przestrzeni ogrzewanej A/V
	[MW]	[GJ]	°C	m^2	m^3	m^3	m^3	W/m^3	1/m
0	0,0713	733,59	17,71	1519,80	4468,21	4468,21	4468,21	15,97	0,66
1	0,0237	336,06	17,71	1519,80	4468,21	4468,21	4468,21	5,51	0,66
2	0,0245	341,25	17,71	1519,80	4468,21	4468,21	4468,21	6,15	0,66
3	0,0432	488,13	17,71	1519,80	4468,21	4468,21	4468,21	10,35	0,66
4	0,0683	688,92	17,71	1519,80	4468,21	4468,21	4468,21	15,96	0,66
5	0,0713	733,59	17,71	1519,80	4468,21	4468,21	4468,21	15,97	0,66
6	0,0713	733,59	17,71	1519,80	4468,21	4468,21	4468,21	15,97	0,66

7.4. Obliczenia oszczędności kosztów wynikających z przeprowadzenia przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant	$Q_{h0,1co}$ $q_{h0,1co}$	$Q_{0,1cwu}$ $q_{0,1cwu}$	$\eta_{0,1}$	$w_{t0,1}$	$w_{d0,1}$	$Q_{0,1}$	$O_{0,1}$	ΔO	$\%\Delta O$
-	GJ	GJ	-	-	-	GJ	zł	zł	%
	MW	MW							
0	733,59	30,25	0,57	0,85	0,91	1025,74	65348,31	---	---

	0,0713	0,0042							
1	336,06 0,0237	39,03 0,0042	0,79	0,85	0,91	368,07	22605,15	42743,15	65,41
2	341,25 0,0245	39,03 0,0042	0,79	0,85	0,91	373,15	22999,30	42349,01	64,81
3	488,13 0,0432	39,03 0,0042	0,79	0,85	0,91	516,96	33374,38	31973,93	48,93
4	688,92 0,0683	39,03 0,0042	0,79	0,85	0,91	713,56	47465,76	17882,54	27,36
5	733,59 0,0713	39,03 0,0042	0,79	0,85	0,91	757,30	50089,51	15258,80	23,35
6	733,59 0,0713	30,25 0,0042	0,79	0,85	0,91	748,52	49681,94	15666,37	23,97

7.5. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Wariant	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii ΔO	Procentowa oszczędność zapotrz. na energię	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu		Premia termomodernizacyjna		
						20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii
1	631519,25 zł	42743,15	64,12%	0,00 631519,25	0,00% 100,00%	126303,85	101043,08	85486,31
2	547069,76 zł	42349,01	63,62%	0,00 547069,76	0,00% 100,00%	109413,95	87531,16	84698,01
3	411844,60 zł	31973,93	49,60%	0,00 411844,60	0,00% 100,00%	82368,92	65895,14	63947,86
4	259405,36 zł	17882,54	30,43%	0,00 259405,36	0,00% 100,00%	51881,07	41504,86	35765,09
5	152011,58 zł	15258,80	26,17%	0,00 152011,58	0,00% 100,00%	30402,32	24321,85	30517,60
6	147432,29 zł	15666,37	27,03%	0,00 147432,29	0,00% 100,00%	29486,46	23589,17	31332,73

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia termomodernizacyjnego jest wariant nr 1 gdyż:

1. Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię zużywaną na potrzeby ogrzewania oraz podgrzewania wody użytkowej jest większe niż: 15%

2. Kwota kredytu nie przekracza wartości zadeklarowanej

3. Środki własne konieczne na realizację przedsięwzięcia termomodernizacyjnego nie przekraczają zadeklarowanych przez inwestora środków w kwocie 0,00 zł

7.6. Charakterystyka optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

- planowany koszt całkowity	---	631519,25 zł		
- planowana kwota środków własnych	---	0,00 zł		
- planowana kwota kredytu	---	631519,25 zł		
- przewidywana premia termomodernizacyjna	---	85486,31 zł		
- roczne oszczędności kosztów energii	---	42743,15 zł	tj.	65,41 %

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przewidzianego do realizacji.

P1

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 17 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyta styropianowa EPS 70-040 FASADA

Uwagi:

Ceny jednostkowe na podstawie analizy cen rynku. Koszt jednostkowy zawiera materiał z wykonaniem, obróbką ościeży oraz tynkowaniem. Wybrany wariant wynika z przyjętych założeń wg nowych Warunków technicznych WT2021 (dla budynków zajmowanych przez władze publiczne WT będą obowiązywać od 1.01.2019 r.) wchodzące w życie w 2021 roku, gdzie Współczynnik przenikania ciepła U<0,20 R>5,00.

P2

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 23 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyta styropianowa EPS 100-038 DACH

Uwagi:

Ceny jednostkowe na podstawie analizy cen rynku. Koszt jednostkowy zawiera materiał z montażem, oczyszczenie powierzchni oraz hydroizolacja papą termozgrzewalną. Wybrany wariant wynika z przyjętych założeń wg nowych Warunków technicznych WT2021 (dla budynków zajmowanych przez władze publiczne WT będą obowiązywać od 1.01.2019 r.) wchodzące w życie w 2021 roku, gdzie Współczynnik przenikania ciepła dachów wynosi U<0,15 a opór cieplny R>6,67.

P3

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Ścłana na gruncie**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 12 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Polistyren ekstrudowany XPS

Uwagi:

Ceny jednostkowe na podstawie analizy cen rynku. Koszt jednostkowy zawiera materiał z wykonaniem, hydroizolację i pracami ziemnymi. Wybrany wariant wynika z przyjętych założeń wg nowych Warunków technicznych WT2021 (dla budynków zajmowanych przez władze publiczne WT będą obowiązywać od 1.01.2019 r.) wchodzące w życie w 2021 roku, gdzie Współczynnik przenikania ciepła U<0,20 R>5,00.

O1

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Okna zewnętrzne**

Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: 0,900 W/(m^2•K)

Wymagany typ stolarki: Stolarka bardzo szczelna (a < 0,3) Okna energooszczędne 3 szybowe z profilem PVC 7 komorowym

Uwagi:

Ceny jednostkowe na podstawie analizy cen rynku. Koszt jednostkowy zawiera materiał z montażem. Wybrany wariant wynika z przyjętych założeń wg nowych Warunków technicznych WT2021 wchodzące w życie w 2021 roku (dla budynków zajmowanych przez władze publiczne WT będą obowiązywać od 1.01.2019 r.), gdzie Współczynnik przenikania ciepła U<0,9.

C.W.U.

Usprawnienie: **modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych: Instalacja przewodów c.w.u. z otuliną izolacyjna wraz z cyrkulacją

Uwagi:

Ceny jednostkowe na podstawie analizy cen rynku. Koszt jednostkowy zawiera materiał z wykonaniem.

C.O.

Usprawnienie: **modernizacja instalacji grzewczej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych: Wymiana przewodów rozprowadzających c.o. wraz z otulina izolacyjną oraz wymiana grzejników wraz z głowicami termostatycznymi.

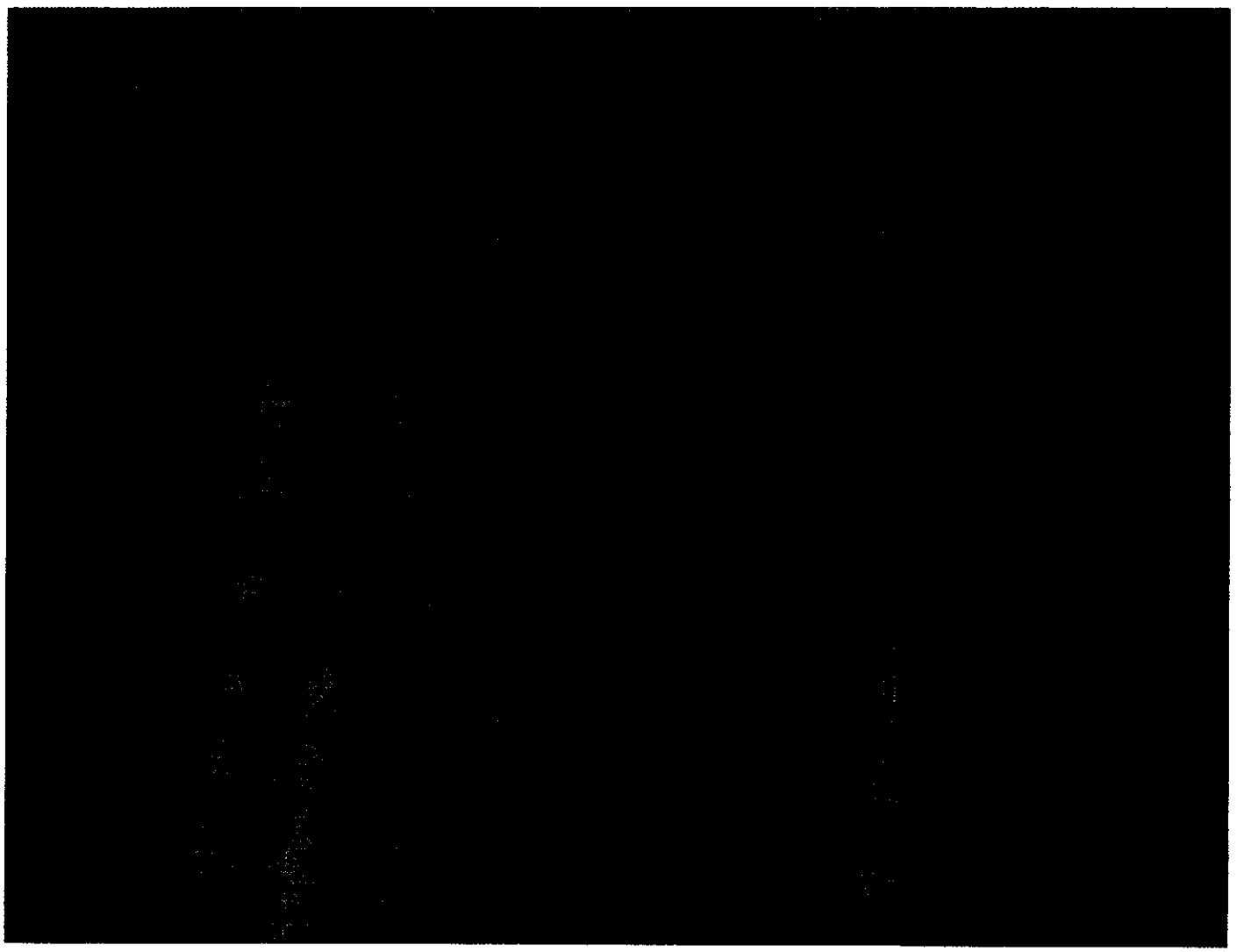
Uwagi:

Ceny jednostkowe na podstawie analizy cen rynku. Koszt jednostkowy zawiera materiał z wykonaniem.

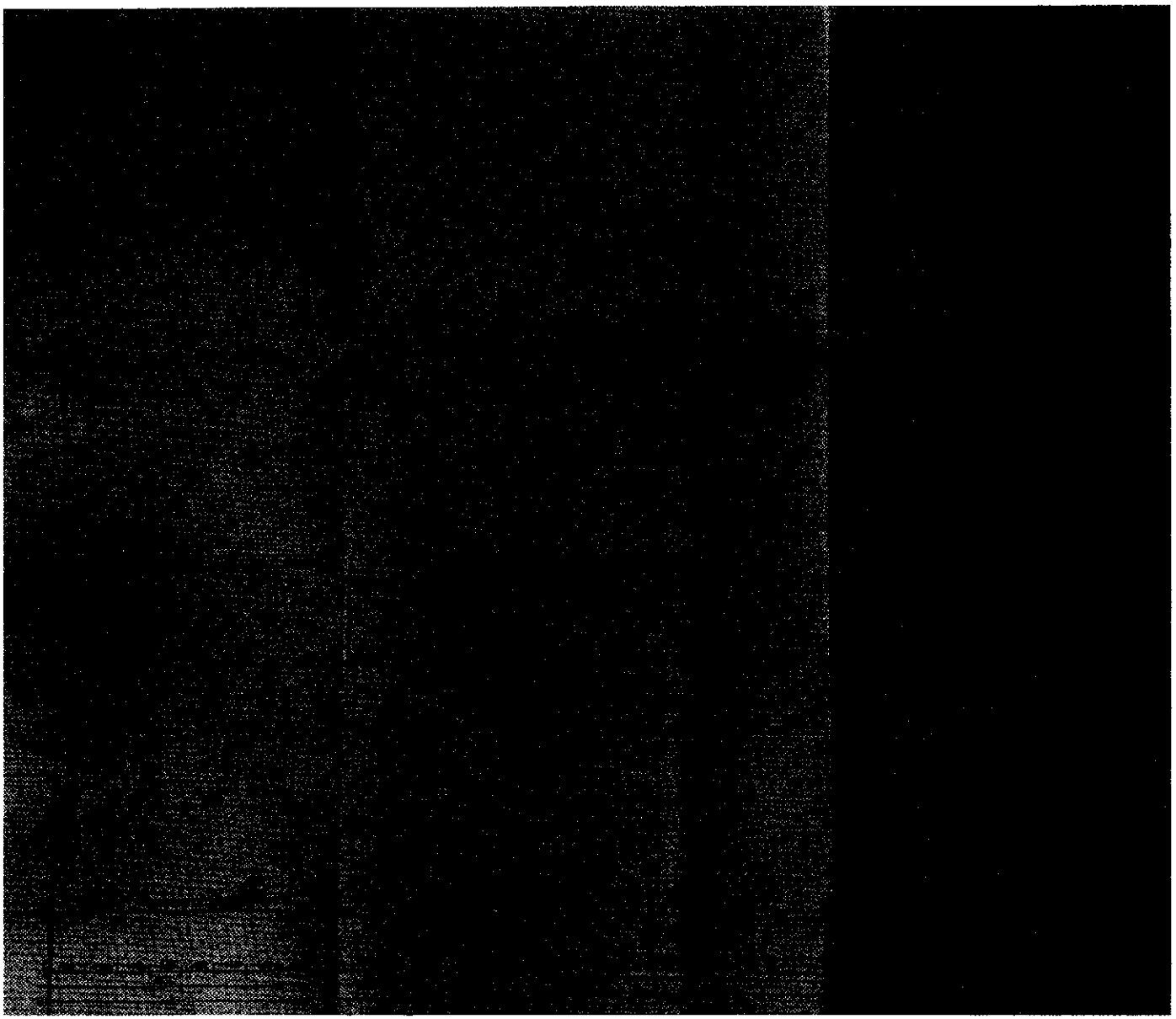
ZAŁĄCZNIK 1

Dokumentacja techniczna. Rzuty i przekroje budynku

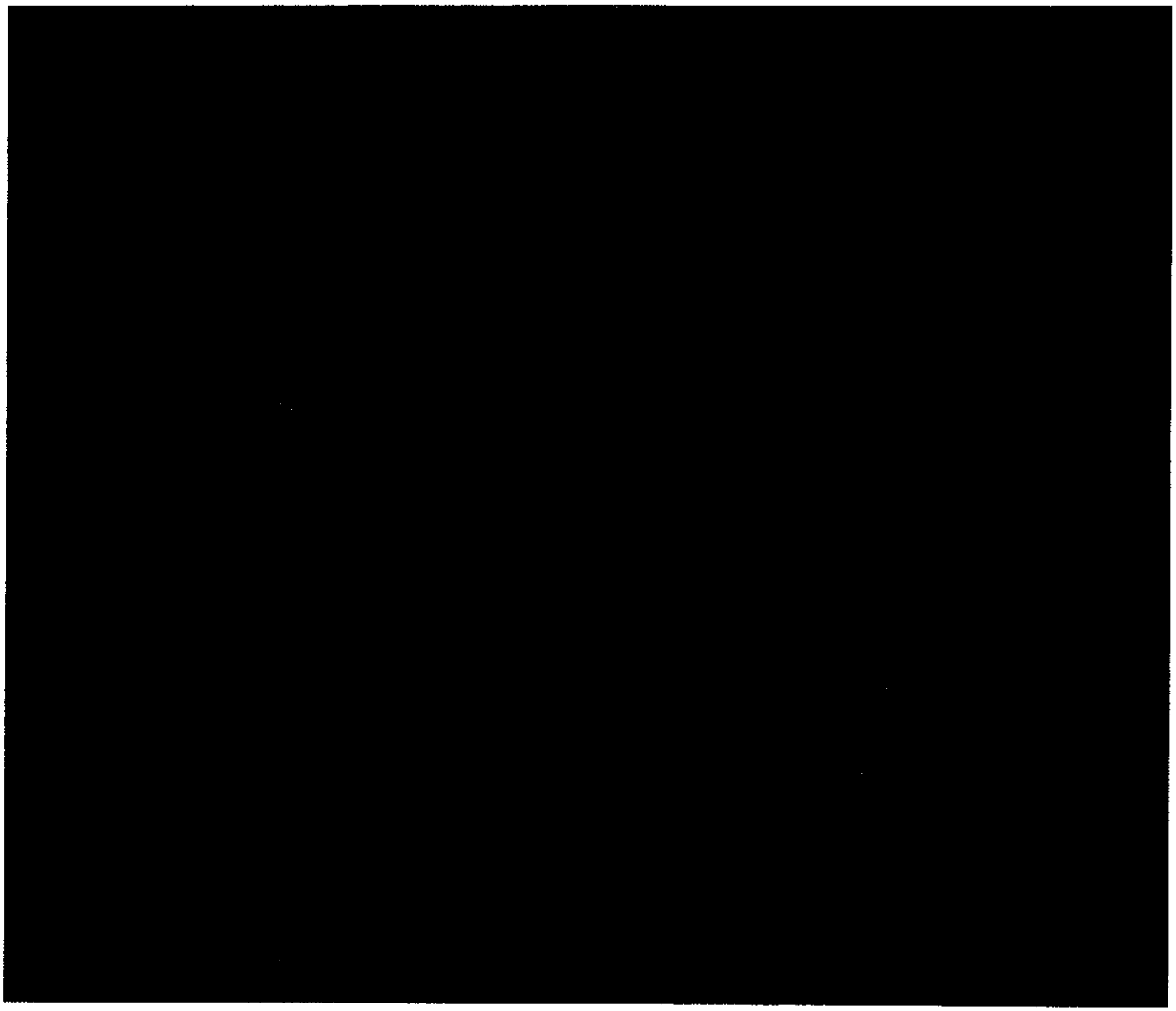
Rzut piwnicy



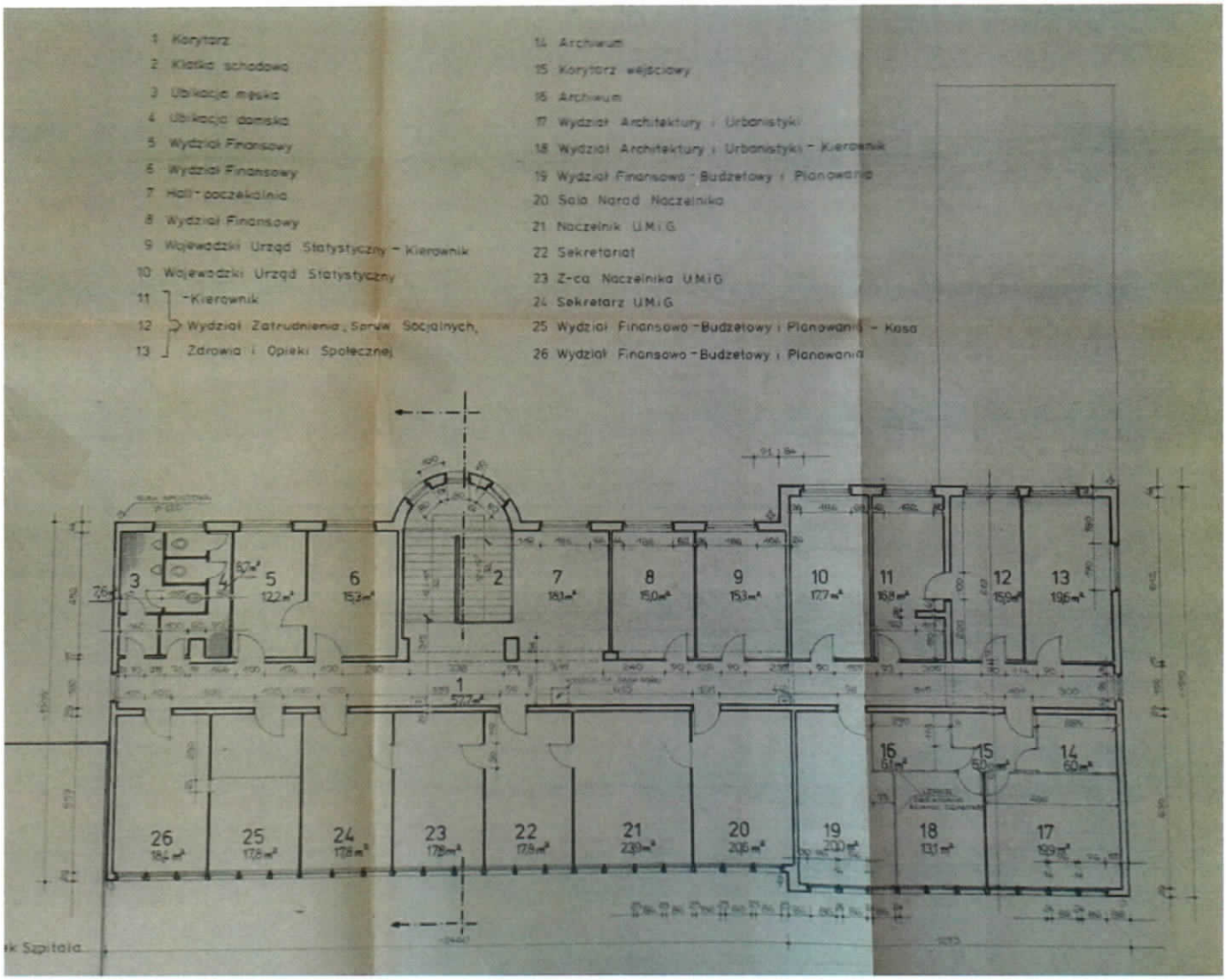
Rzut parteru



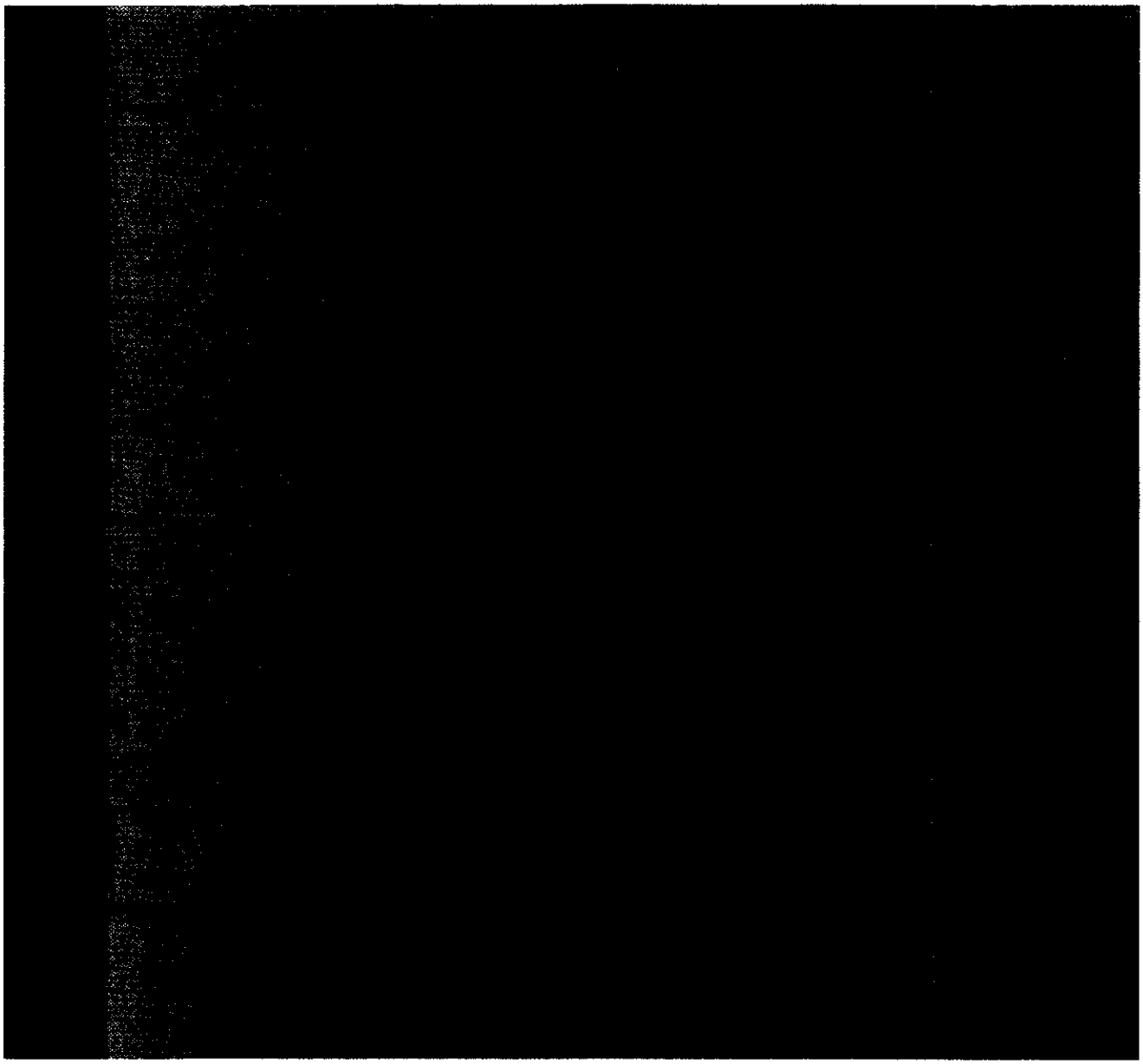
Rzut 1 piętra



Rzut 2 piętra



Przekrój



Elewacja północna



Elewacja południowa



Elewacja wschodnia



Elewacja zachodnia

