



Audyt Energetyczny Budynku

DLA PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO PRZEWIDZIANEGO DO
REALIZACJI W TRYBIE USTAWY O WSPIERANIU TERMOMODERNIZACJI I
REMONTÓW Z DNIA 21.11.2008r.

Budynek w Lipinach 48 a

Opracowanie sporządził



ul. Częstochowska 63
93- 121 Łódź

biuro@phin.pl
www.phin.pl

województwo: łódzkie

1. Strona tytułowa audytu energetycznego

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	<i>Użyteczności publicznej</i>	1.2 Rok budowy	1991
1.3 INWESTOR Gmina Nowosolna	Gmina Nowosolna	1.4 Adres budynku	
	Rynek Nowosolna 1 42-703 Łódź +48 42 648 41 08 +48 42 648 41 19	ul. Lipiny 48 A 92-701 Lipiny ŁÓDZKIE	
2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:			
PHIN Inwestycje Sp. z o.o. Częstochowska 63 93-151 Łódź 101371416			
3. Imię, Nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:			
Mariusz Małkowski Członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych nr 1833, wpis do rejestru MliR nr 9342			 podpis
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	
1	---	---	
5. Miejscowość: Lipiny		Data wykonania opracowania	lipiec 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. – audyty efektu ekologicznego 10. Załącznik nr 2. - dokumentacja techniczna budynku			

2. Karta audytu energetycznego budynku*

2.1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.1.1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	tradycyjna
2.1.2.	Liczba kondygnacji	3	3
2.1.3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	1978,22	1978,22
2.1.4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	686,24	686,24
2.1.5.	Pow. ogrzewana części mieszkalnej [m ²]	0,00	0,00
2.1.6.	Pow. ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	0,00	0,00
2.1.7.	Liczba lokali mieszkalnych	0,00	0,00
2.1.8.	Liczba osób użytkujących budynek	30,00	30,00
2.1.9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	Miejscowe	---
2.1.10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Centralne	---
2.1.11.	Współczynnik A/V [1/m]	0,43	0,43
2.1.12.	Inne dane charakteryzujące budynek	...	...
2.2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane W/(m ² •K)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.2.1.	Ściany zewnętrzne	1,13; 0,32; 1,13	0,20; 0,20; 1,13
2.2.2.	Dach/stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	0,98	0,15
2.2.3.	Strop nad piwnicą	---	---
2.2.4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	1,55; 1,49	1,55; 1,49
2.2.5.	Okna, drzwi balkonowe	1,60	1,60
2.2.6.	Drzwi zewnętrzne/bramy	2,50; 2,50; 1,30	2,50; 1,30; 1,30
2.2.7.	Stropy wewnętrzne	2,52	2,52
2.2.8.	Stropy zewnętrzne	5,43	5,43
2.2.9.	Ściany na gruncie	0,44	0,23
2.2.10.	Ściany wewnętrzne	1,00	1,00
2.2.11.	Drzwi wewnętrzne	2,60	2,60
2.3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.3.1.	Sprawność wytwarzania	0,820	3,600
2.3.2.	Sprawność przesyłu	0,800	0,960
2.3.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,770	0,910
2.3.4.	Sprawność akumulacji	1,000	0,950
2.3.5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,000	1,000

2.3.6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,000	1,000
2.4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.4.1.	Sprawność wytwarzania	0,850	1,000
2.4.2.	Sprawność przesyłu	0,850	0,850
2.4.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,000	1,000
2.4.4.	Sprawność akumulacji	1,000	0,840
2.5. Charakterystyka systemu wentylacji		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.5.1.1.	Rodzaj wentylacji	Wentylacja grawitacyjna	Wentylacja grawitacyjna
2.5.1.2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	stolarka/kanały grawitacyjne	stolarka/kanały grawitacyjne
2.5.1.3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h]	1871,82	1871,82
2.5.1.4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	0,95	0,95
2.6. Charakterystyka energetyczna budynku		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.6.1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	66,62	47,17
2.6.2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	3,58	3,58
2.6.3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	265,89	148,20
2.6.4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	526,39	49,60
2.6.5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	30,45	30,82
2.6.6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	---	---
2.6.7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	---	---
2.6.8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	108,11	60,26
2.6.9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	214,04	20,17
2.6.10**	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00	79,37
2.7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji

2.7.1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku *** [zł/GJ]	28,86	45,91
2.7.2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc *** [zł/(MW•m-c)]	1000,00	0,00
2.7.3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej *** [zł/m ³]	27,33	4,20
2.7.4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc **** [zł/(MW•m-c)]	0,00	0,00
2.7.5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² •m-c)]	1,95	0,28
2.7.6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00
2.7.7.	Inne [zł]	0,00	0,00

2.8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Planowana kwota kredytu [zł]	295738,03	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	85,56
Planowane koszty całkowite [zł]	352114,08	Premia termomodernizacyjna [zł]	31327,95
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	15663,98		

* Dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku.

** Uoze [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczoną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej.

*** Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii.

**** Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii.

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, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny 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 z późn. zm.
4. Ustawa "o wspieraniu termomodernizacji i remontów" z dnia 21 listopad 2008r. z późniejszymi zmianami
5. 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
6. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 września 2015 roku zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

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 - Temperatuty ogrzewanych pomieszczeń w budynkach.
5. PN-82/B-02403 - Temperatuty 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 6.6

3.5. Wytyczne oraz uwagi inwestora

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

56376 zł

4. Kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora::

319464 zł

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4.1. Ogólne dane techniczne

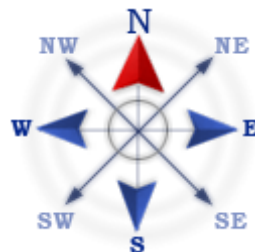
Konstrukcja/technologia budynku	-	tradycyjna
Kubatura budynku	-	1 978,22 m ³
Kubatura ogrzewania	-	1 978,22 m ³
Powierzchnia netto budynku	-	686,24 m ²
Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej	-	0,00 m ²
Współczynnik kształtu	-	0,43 m ⁻¹
Powierzchnia zabudowy budynku	-	356,07 m ²
Ilość mieszkań	-	0,00
Ilość mieszkańców	-	30,00

4.2. Dokumentacja techniczna budynku

Dokumentacja techniczna budynku znajduje się w załączniku stanowiącym integralną część audytu energetycznego.



Usytuowanie budynku w stosunku do stron świata



4.3. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

4.3.1. Zbiorcza charakterystyka przegród budowlanych

Ściany zewnętrzne	1,13; 0,32; 1,13	W/(m ² •K)
Dach/stropodach	0,98	W/(m ² •K)
Strop piwnicy	---	W/(m ² •K)
Okna	1,60	W/(m ² •K)
Drzwi/bramy	2,50; 2,50; 1,30	W/(m ² •K)
Okna połaciowe	---	W/(m ² •K)
Podłogi na gruncie	1,55; 1,49	W/(m ² •K)
Stropy wewnętrzne	2,52	W/(m ² •K)
Stropy zewnętrzne	5,43	W/(m ² •K)
Ściany na gruncie	0,44	W/(m ² •K)
Ściany wewnętrzne	1,00	W/(m ² •K)
Drzwi wewnętrzne	2,60	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	28,86 zł/GJ	45,91 zł/GJ
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie	1000,00 zł/(MW•m-c)	0,00 zł/(MW•m-c)
Inne koszty, abonament	0,00 zł/m-c	0,00 zł/m-c
Ceny ciepła - c.w.u.	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
Opłata za 1 GJ	64,04 zł/GJ	0,00 zł/GJ
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u.	0,00 zł/(MW•m-c)	0,00 zł/(MW•m-c)
Inne koszty, abonament	0,00 zł/m-c	0,00 zł/m-c

4.5. Charakterystyka systemu grzewczego		
Wytwarzanie	Kotły węglowe wyprodukowane po 2000r. Paliwo - węgiel kamienny	$\eta_{H,g} = 0,820$
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: 7 dni	$w_t = 1,000$
Przerwy w ogrzewaniu w okresie doby	Liczba godzin: Bez przerw	$w_d = 1,000$
Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_{H,tot} = \eta_{H,g} \eta_{H,d} \eta_{H,e} \eta_{H,s} =$		0,505
Informacje uzupełniające dotyczące przerw w ogrzewaniu	...	
Modernizacja systemu grzewczego po 1984 r.	Instalacja nie była modernizowana po 1984 r.	wymagany próg oszczędności: 25%
Moc cieplna zamówiona (centralne ogrzewanie)		--- MW
4.6. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej		
Wytwarzanie ciepła	Przepływowy podgrzewacz gazowy z zapłonem elektrycznym	$\eta_{W,g} = 0,850$
Przesył ciepłej wody	Kompaktowy węzeł cieplny dla pojedynczego lokalu mieszkalnego bez obiegu cyrkulacyjnego	$\eta_{W,d} = 0,850$
Regulacja i wykorzystanie	---	$\eta_{W,e} = 1,000$
Akumulacja ciepła	...	$\eta_{W,s} = 1,000$
Sprawność całkowita systemu c.w.u. $\eta_{W,tot} = \eta_{W,g} \eta_{W,d} \eta_{W,s} \eta_{W,e} =$		0,723
Moc cieplna zamówiona (ciepła woda użytkowa)		--- MW
4.7. Charakterystyka systemu wentylacji		
Rodzaj wentylacji	Wentylacja grawitacyjna	
Sposób doprowadzania i odprowadzania powietrza	stolarka/kanały grawitacyjne	
Strumień powietrza wentylacyjnego	1871,82	
Krotność wymian powietrza	0,95	

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 gr 55 cm murowane z cegły pełnej obustronnie otynkowane. Proponowane ocieplenie ścian zewnętrznych styropianem.
Podłoga na gruncie	Podłoga na gruncie wykonana, jako betonowa na podkładzie piaskowym. Nie przewiduje się działań termomodernizacyjnych.
Podłoga na gruncie	Podłoga na gruncie wykonana, jako betonowa na podkładzie piaskowym. Nie przewiduje się działań termomodernizacyjnych.
Strop wewnętrzny	Strop kanałowy z płyty żerańskiej 24 cm.
Strop zewnętrzny	Strop nad piwnicą (Taras) żelbetowy.
Dach	Dach drewniany z sufitem z płyt gipsowo-kartonowych. Sufit otynkowany, ocieplony matami z wełny mineralnej gr. 5 cm.
Ściana na gruncie	Ściana zewnętrzna z bloczków z betonu komórkowego obustronnie otynkowane.
Ściana wewnętrzna	Ściana wewnętrzna murowane z cegły pełnej obustronnie otynkowane.
Ściana zewnętrzna	Ściana zewnętrzna gr 55 cm murowane z cegły pełnej obustronnie otynkowane i ocieplona styropianem 10cm. Proponuje się docieplenie 8 cm styropianu.
Ściana zewnętrzna nie podlega ociepleniu	Ściana zewnętrzna gr 55 cm murowane z cegły pełnej obustronnie otynkowane. Z uwagi na dobudowę klatki schodowej nie przewiduje się docieplenie aktualnej ściany zewnętrznej.
Modernizacja przegrody DZ 2 'Wentylacja grawitacyjna'	Drzwi nieszczelne podlegają wymianie termomodernizacyjnej. Drzwi zewnętrzne piwnicy.
System grzewczy	Instalacja grzewcza w budynku wykonana w latach 1990-ych zasilana jest z kotłowni węglowej. Instalacja centralnego ogrzewania wykonana została z rur stalowych. Grzejniki o dużej bezwładności cieplnej typu: z ogniów żeliwnych typu T-1, rury ożebrowanej typu Favier, aluminiowe członowe, a także stalowe płytowo-konwektorowe. Kocioł zasilający typu UKS-M o mocy 71 kW prod. P.P.U.H. Kotłosław ul. Szenica 38, 63-300 Pleszew rok. produkcji 2006 opalany miałem węglowym.
Instalacja ciepłej wody użytkowej	Ciepła woda użytkowa dla pomieszczenia zaplecza sali komputerowej przygotowywana jest w podgrzewaczu elektrycznym pojemnościowym typu BIANCA WJ-8- o pojemności 80l i mocy 1,5 kW firmy Energa. Dla pomieszczeń cateringu i zaplecza przygotowywana jest przez przepływowy podgrzewacz gazowy typu WRDP 11-2 o mocy 21,8 kW firmy Junkers. Natomiast dla pomieszczeń w.c. przygotowywana jest w elektrycznym podgrzewaczu pojemnościowym SG 30 OE PL o pojemności 30l i mocy 1,5 kW firmy Ariston umieszczonym w pomieszczeniu w.c. na parterze.

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 80-038 FASADA, $\lambda = 0,038$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	329,38m²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	329,38m²	
Stopniodni: 2562,14 dzień·K/rok	$t_{wo} = 15,13$ °C	$t_{zo} = -20,00$ °C

		Stan istniejący	Wariant numer		
			Waria nt 1	Warian t 1.1	Waria nt 1.2
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	28,86	45,91	45,91	45,91
Opłata za 1 MW Om	zł/(MW•m -c)	1000,00	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	12	14	16
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m²K)	1,134	0,248	0,219	0,196
Opór cieplny R	(m²K)/W	0,88	4,04	4,57	5,09
Zwiększenie oporu cieplnego Δ R	(m²K)/W	---	3,16	3,68	4,21
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	82,68	18,05	15,97	14,32
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0131	0,0029	0,0025	0,0023
Roczna oszczędność kosztów Δ O	zł/rok	---	1714,91	1810,42	1886,19
Cena jednostkowa usprawnienia K _i	zł/m²	---	156,50	159,58	164,50
Koszty realizacji usprawnienia N _u	zł	---	63404,43	64652,26	66645,55
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	36,97	35,71	35,33

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.2

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 66645,55 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 35,33 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 16 cm

Informacje uzupełniające:

Dla przegrody ściana zewnętrzna proponuje się płyty styropianowe o grubości 16 cm. Ze względu na charakter obiektu budynek użyteczności

publicznej, przyjęto minimalną wymaganą wartość współczynnika przenikania ciepła na poziomie 0,20 W/m²K. Można zastosować inny materiał izolacyjny, który nie zmieni wyniku końcowego współczynnika przenikania ciepła U. Należy przewidzieć, że podczas prac termomodernizacyjnych mogą wystąpić niezbędne roboty towarzyszące typu: instalacja odgromowa, opaski wokół budynku, daszki zewnętrzne oraz inne niezbędne do wykonania prac termomodernizacyjnych.

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Dach		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Maty z wełny mineralnej , $\lambda= 0,032$ [W/(m•K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła As:	243,90m²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia Ak:	243,90m²	
Stopniodni: 2562,14 dzień•K/rok	$t_{wo}= 20,00$ °C	$t_{zo}= -20,00$ °C

		Stan istniejący	Wariant numer					
			Waria nt 1	Warian t 1.1	Waria nt 1.2	Warian t 1.3	Waria nt 1.4	Waria nt 1.5
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	28,86	45,91	45,91	45,91	45,91	45,91	45,91
Opłata za 1 MW Om	zł/(MW•m-c)	1000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	13	14	15	16	17	18
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m²K)	0,975	0,197	0,185	0,175	0,166	0,158	0,150
Opór cieplny R	(m²K)/W	1,03	5,09	5,40	5,71	6,03	6,34	6,65
Zwiększenie oporu cieplnego Δ R	(m²K)/W	---	4,06	4,38	4,69	5,00	5,31	5,63
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	52,67	10,61	10,00	9,45	8,96	8,52	8,12
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0095	0,0019	0,0018	0,0017	0,0016	0,0015	0,0015
Roczna oszczędność kosztów Δ O	zł/rok	---	1146,92	1175,11	1200,22	1222,73	1243,01	1261,39
Cena jednostkowa usprawnienia K _j	zł/m²	---	160,98	161,53	162,10	162,68	163,26	163,83
Koszty realizacji usprawnienia N _u	zł	---	48294,31	48459,31	48630,31	48804,31	48978,31	49149,31
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	42,11	41,24	40,52	39,91	39,40	38,96

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.5

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 49149,31 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 38,96 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 18 cm

Informacje uzupełniające:

Dla przegrody dach proponuje się 18 cm maty z wełny mineralnej. Ze względu na charakter obiektu budynek użyteczności publicznej, przyjęto minimalną wymaganą wartość współczynnika przenikania ciepła na poziomie 0,15 W/m²K. Można zastosować inny materiał izolacyjny, który nie zmieni wyniku końcowego współczynnika przenikania ciepła U.

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, Płyty URSA XPS N-III-PZ-I grubość 80 mm, $\lambda = 0,038$ [W/(m•K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła As:	26,05m²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia Ak:	26,05m²	
Stopniodni: 2562,14 dzień•K/rok	$t_{w0} = 8,00$ °C	$t_{z0} = -20,00$ °C

		Stan istniejący	Wariant numer
			Wariant 1
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	28,86	45,91
Opłata za 1 MW Om	zł/(MW•m-c)	1000,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	8
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	0,439	0,228
Opór cieplny R	(m ² K)/W	2,28	4,39
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	2,11
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	2,53	1,32
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0003	0,0002
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	16,46
Cena jednostkowa usprawnienia K _j	zł/m ²	---	240,00
Koszty realizacji usprawnienia N _u	zł	---	7689,96
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	467,17

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 7689,96 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 467,17 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 8 cm

Informacje uzupełniające:

Dla przegrody ściana na gruncie proponuje się 8 cm z polistyren ekstrudowany (Styrodur). Ze względu na charakter obiektu budynek użyteczności publicznej, przyjęto minimalną wymaganą wartość współczynnika przenikania ciepła na poziomie 0,23 W/m²K. Można zastosować inny materiał izolacyjny, który nie zmieni wyniku końcowego współczynnika przenikania ciepła U.

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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, $\lambda = 0,040$ [W/(m•K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	36,40m²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	36,40m²	
Stopniodni: 2562,14 dzień•K/rok	$t_{wo} = 20,00$ °C	$t_{zo} = -20,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer		
		Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	28,86	45,91	45,91
Opłata za 1 MW Om	zł/(MW•m-c)	1000,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	4	6
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	0,322	0,244	0,217
Opór cieplny R	(m ² K)/W	3,10	4,10	4,60
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	1,00	1,50
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	2,60	1,96	1,75
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0005	0,0004	0,0003
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	-9,59	0,20
Cena jednostkowa usprawnienia K_j	zł/m ²	---	138,20	141,74
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	6187,49	6345,98
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	-645,03	32360,19

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.2

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 6483,88 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 803,75 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 8 cm

Informacje uzupełniające:

Dla przegrody ściana zewnętrzna proponuje się płyty styropianowe o grubości 8 cm. Ze względu na charakter obiektu budynek użyteczności publicznej, przyjęto minimalną wymaganą wartość współczynnika przenikania ciepła na poziomie 0,20 W/m²K. Można zastosować inny materiał izolacyjny, który nie zmieni wyniku końcowego współczynnika przenikania ciepła U. Należy przewidzieć, że podczas prac termomodernizacyjnych mogą wystąpić niezbędne roboty towarzyszące typu: instalacja odgromowa, opaski wokół budynku, daszki zewnętrzne oraz inne niezbędne do wykonania prac termomodernizacyjnych.

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 DZ 2 'Wentylacja grawitacyjna'

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: **365,32 m³/h**

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: **42,70m²**

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: **42,70m²**

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: **2,42m²**

Stopień wyekspozowania budynku na działanie wiatru: Średnie osłonięcie cr = 1,0 ,cw = 1,00

Stan istniejący: Stolarka bardzo nieszczelna (a > 4)

Stopniodni: **1032,40** dzień•K/rok θi = **8,00** °C θe = **-20,00** °C

	Stan istniejący	Wariant numer
		W1
Opłata za 1 GJ zł/GJ	28,86	45,91
Opłata za 1 MW zł/(MW•m-c)	1000,00	0,00
Inne koszty, abonament zł/m-c	0,00	0,00
Współczynnik c _m	1,35	1,00
Współczynnik c _r	1,20	0,70
Współczynnik a	---	---
Współczynnik przenikania ciepła U W/(m ² K)	2,500	1,300
Straty ciepła na przenikanie Q GJ	23,53	11,01
Zapotrzebowanie na moc cieplną q MW	0,0077	0,0050
Roczna oszczędność kosztów ΔO zł/rok	---	266,12
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi zł/m ²	---	1800,00

Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	5357,88
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	20,13

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 5357,88 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 20,13 lat

Stolarka bardzo szczelna ($a < 0,3$)

Modernizacja systemu wentylacji

U= 1,30

Informacje uzupełniające:

Wymiana stolarki drzwiowej zmniejszy zapotrzebowanie cieplne budynku.

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
Ciepło właściwe wody c_w	[kJ/(kg·K)]	4,18	4,18
Gęstość wody ρ_w	[kg/m ³]	1000	1000
Temperatura ciepłej wody θ_w	[°C]	55	55
Temperatura zimnej wody θ_o	[°C]	10	10
Współczynnik korekcyjny k_R	[-]	0,78	0,78
Powierzchnia o regulowanej temperaturze A_f	[m ²]	686,24	686,24
Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. V_{w1}	[dm ³ /(m ² ·doba)]	0,60	0,60
Czas użytkowania τ	[h]	18,00	18,00
Współczynnik godzinowej nierównomierności N_h	[-]	3,00	3,00
Sprawność wytwarzania $\eta_{w,g}$	[-]	0,85	1,00
Sprawność przesyłu $\eta_{w,d}$	[-]	0,85	0,85
Sprawność akumulacji ciepła $\eta_{w,s}$	[-]	1,00	0,84
Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła Q_{cw}	[GJ/rok]	30,45	30,82
Max moc cieplna q_{cwu}	[kW]	3,58	3,58

6.3.2 Ocena opłacalności modernizacji instalacji cwu

		Stan istniejący	Wariant 1
Opłata za 1 GJ	[zł/GJ]	64,04	0,00

Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu	[zł/MW]	0,00	0,00
Inne koszty, abonament	[zł]	0,00	0,00
Roczna oszczędność kosztów ΔO	[zł/a]	---	1950,25
Koszt modernizacji Nu	[zł]	---	24600,00
SPBT	[lat]	---	12,61

6.3.3 Uproszczona kalkulacja kosztów modernizacji instalacji cwu dla wariantu optymalnego

Planowane usprawnienia:	Nakłady
system solarny	24600,00
---	---
Suma:	24600,00

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

Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania η_g	Zastosowanie sytemu kolektorów słonecznych do ogrzewania ciepłej wody użytkowej
Ulepszenie sprawności przesyłu η_d	Brak zastosowanych usprawnień.
Ulepszenie sprawności akumulacji η_s	Zastosowanie zbiornika na ciepłą wodę użytkową dostosowaną do systemu solarnego.

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

6.4.1. Ocena opłacalności modernizacji instalacji grzewczej

		Stan istniejący	Wariant 1
Opłata za 1 GJ na ogrzewanie	[zł/GJ]	28,86	45,91
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie	[zł/MW]	1000,00	0,00
Inne koszty, abonament	[zł]	0,00	0,00
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło	[GJ]	265,89	
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[MW]	0,0666	
Sprawność systemu grzewczego		0,505	2,988
Roczna oszczędność kosztów ΔO	[zł/a]	---	11905,28
Koszt modernizacji	[zł]	---	192187,50
SPBT	[lat]	---	16,14

Informacje uzupełniające:

Instalacja centralnego ogrzewania wykonana z rur stalowych gładkich w złym stanie technicznym, bez izolacji wymagane działania termomodernizacyjne. Zastosowanie pompy ciepła z nową instalacją znacznie poprawi efektywność energetyczną budynku a zwłaszcza efekt ekologiczny.

6.4.2. Rodzaje ulepszeń termomodernizacyjnych składające się na optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiający sprawność cieplną systemu grzewczego

Rodzaje ulepszeń termomodernizacyjnych	Wartości sprawności składowych η oraz współczynników w *)
Wytwarzania ciepła, np. wymiana lokalnego wbudowanego źródła ciepła $\eta_{H,d}$	3,600
Przesyłania ciepła, np. izolacja pionów zasilających $\eta_{H,d}$	0,960
Regulacji systemu ogrzewczego, np. wprowadzenie automatyki pogodowej $\eta_{H,e}$	0,910
Akumulacji ciepła, np. wprowadzenie zasobnika buforowego $\eta_{H,s}$	0,950
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu tygodnia w_t	1,000
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	1,000
Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_{H,g}$ $\eta_{H,d}$ $\eta_{H,e}$ $\eta_{H,s}$	2,988

*) - przyjmuje się z tab 2-6 znajdujących się w części 3.

6.4.3 Uproszczona kalkulacja kosztów przedsięwzięcia poprawiającego sprawność systemu grzewczego

Planowane usprawnienia:	Nakłady
Wymiana kotła węglowego na gruntową pompę ciepła	116850,00
Wymiana instalacji c.o	49200,00
Wymiana grzejników	21525,00
Głowice termostacyjne	4612,50
Suma:	192187,50

6.4.4 Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu grzewczego

Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania η_g	Wymiana kotła węglowego na gruntową pompę ciepła w pełni pokrywającą zapotrzebowanie na centralne ogrzewanie. Proponuje się pompę ciepła gruntową.
Ulepszenie sprawności przesyłu η_d	W zakresie modernizacji instalacji c.o. należy ułożyć nową wewnętrzną instalację rozprowadzającą w otulinie izolacyjnej, zamontować automatyczne odpowietrzanie w pionach, aby instalacja c.o. zapewniała komfort cieplny w zależności od przeznaczenia strefy.
Ulepszenie sprawności regulacji η_e	Planowana jest wymiana grzejników na nowe płytowe z odpowiednimi głowicami termostacyjnymi. Zastosowanie automatyki umożliwiającej dostosowanie ogrzewania do warunków zewnętrznych, dzięki temu temperatura w pomieszczeniach pozostaje na stałym poziomie.
Ulepszenie sprawności akumulacji η_s	brak zastosowanych ulepszeń
Ulepszenie dotyczące przerw w ogrzewaniu w_t i w_d	brak zastosowanych ulepszeń

7. Dokumentacja wykonania kolejnych kroków algorytmu służącego wybraniu optymalnego wariantu

przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1. Wybrane i zoptymalizowane ulepszenia termomodernizacyjne zmierzające do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło w wyniku zmniejszenia strat przenikania ciepła przez przegrody budowlane oraz warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych dotyczących modernizacji systemu wentylacji i systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej, uszeregowanie według rosnącej wartości SPBT

Lp.	Rodzaj i zakres ulepszenia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lat]
1.	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	24600,00 zł	12,61
2.	Modernizacja przegrody DZ 2 'Wentylacja grawitacyjna'	5357,88 zł	20,13
3.	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	66645,55 zł	35,33
4.	Modernizacja przegrody Dach	49149,31 zł	38,96
5.	Modernizacja przegrody Ściana na gruncie	7689,96 zł	467,17
6.	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	6483,88 zł	803,75
	Modernizacja systemu grzewczego	192187,50	16,14

7.2 Określenie kosztów poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant 1		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	24600,00
2	Modernizacja przegrody DZ 2 'Wentylacja grawitacyjna'	5357,88
3	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	66645,55
4	Modernizacja przegrody Dach	49149,31
5	Modernizacja przegrody Ściana na gruncie	7689,96
6	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	6483,88
7	Modernizacja systemu grzewczego	192187,50
Całkowity koszt		352114,08

Wariant 2		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	24600,00
2	Modernizacja przegrody DZ 2 'Wentylacja grawitacyjna'	5357,88
3	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	66645,55
4	Modernizacja przegrody Dach	49149,31
5	Modernizacja przegrody Ściana na gruncie	7689,96

6	Modernizacja systemu grzewczego	192187,50
Całkowity koszt		345630,20

Wariant 3		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	24600,00
2	Modernizacja przegrody DZ 2 'Wentylacja grawitacyjna'	5357,88
3	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	66645,55
4	Modernizacja przegrody Dach	49149,31
5	Modernizacja systemu grzewczego	192187,50
Całkowity koszt		337940,24

Wariant 4		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	24600,00
2	Modernizacja przegrody DZ 2 'Wentylacja grawitacyjna'	5357,88
3	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	66645,55
4	Modernizacja systemu grzewczego	192187,50
Całkowity koszt		288790,93

Wariant 5		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	24600,00
2	Modernizacja przegrody DZ 2 'Wentylacja grawitacyjna'	5357,88
3	Modernizacja systemu grzewczego	192187,50
Całkowity koszt		222145,38

Wariant 6		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	24600,00
2	Modernizacja systemu grzewczego	192187,50
Całkowity koszt		216787,50

Wariant 7		
-----------	--	--

	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu grzewczego	192187,50
Całkowity koszt		192187,50

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 ciepły budynku	stosunek pow. przegród zewnętrznych do kubatury przestrzeni ogrzewanej $\Delta V/V$
	[MW]	[GJ]	°C	m ²	m ³	m ³	m ³	W/m ³	1/m
0	0,0666	265,89	14,89	686,24	1978,22	1978,22	1978,22	33,34	0,43
1	0,0472	148,20	14,89	686,24	1978,22	1978,22	1978,22	23,62	0,43
2	0,0474	149,18	14,89	686,24	1978,22	1978,22	1978,22	23,71	0,43
3	0,0474	149,44	14,89	686,24	1978,22	1978,22	1978,22	23,79	0,43
4	0,0543	187,06	14,89	686,24	1978,22	1978,22	1978,22	27,86	0,43
5	0,0652	254,60	14,89	686,24	1978,22	1978,22	1978,22	33,34	0,43
6	0,0666	265,89	14,89	686,24	1978,22	1978,22	1978,22	33,34	0,43
7	0,0666	265,89	14,89	686,24	1978,22	1978,22	1978,22	33,34	0,43

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	% ΔO
-	GJ MW	GJ MW	-	-	-	GJ	zł	zł	%
0	265,89 0,0666	30,45 0,0036	0,51	1,00	1,00	556,84	17941,27	---	---
1	148,20 0,0472	30,82 0,0036	2,99	1,00	1,00	80,42	2277,30	15663,98	87,31
2	149,18 0,0474	30,82 0,0036	2,99	1,00	1,00	80,75	2292,41	15648,86	87,22
3	149,44	30,82	2,99	1,00	1,00	80,83	2296,33	15644,94	87,20

	0,0474	0,0036							
4	187,06 0,0543	30,82 0,0036	2,99	1,00	1,00	93,42	2874,36	15066,91	83,98
5	254,60 0,0652	30,82 0,0036	2,99	1,00	1,00	116,03	3912,30	14028,97	78,19
6	265,89 0,0666	30,82 0,0036	2,99	1,00	1,00	119,81	4085,74	13855,53	77,23
7	265,89 0,0666	30,45 0,0036	2,99	1,00	1,00	119,45	4085,74	13855,53	77,23

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	352114,08 zł	15663,98	85,56%	56376,05 295738,03	16,01% 83,99%	59147,61	56338,25	31327,95
2	345630,20 zł	15648,86	85,50%	56376,05 289254,15	16,31% 83,69%	57850,83	55300,83	31297,71
3	337940,24 zł	15644,94	85,48%	56376,05 281564,19	16,68% 83,32%	56312,84	54070,44	31289,88
4	288790,93 zł	15066,91	83,22%	56376,05 232414,88	19,52% 80,48%	46482,98	46206,55	30133,82
5	222145,38 zł	14028,97	79,16%	56376,05 165769,33	25,38% 74,62%	33153,87	35543,26	28057,95
6	216787,50 zł	13855,53	78,48%	56376,05 160411,45	26,01% 73,99%	32082,29	34686,00	27711,07
7	192187,50 zł	13855,53	78,55%	56376,05 135811,45	29,33% 70,67%	27162,29	30750,00	27711,07

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: 25%

2. Kwota kredytu nie przekracza wartości zadeklarowanej

3. Środki własne konieczne na realizację przedsięwzięcia termomodernizacyjnego nie przekraczają zadeklarowanych przez inwestora środków w kwocie 56376,05 zł

7.6. Charakterystyka optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

- planowany koszt całkowity	---	352114,08 zł		
- planowana kwota środków własnych	---	56376,05 zł		
- planowana kwota kredytu	---	295738,03 zł		
- przewidywana premia termomodernizacyjna	---	31327,95 zł		
- roczne oszczędności kosztów energii	---	15663,98 zł	tj.	87,31 %

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

P1

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 16 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyta styropianowa EPS 80-038 FASADA

Uwagi:

Dla przegrody ściana zewnętrzna proponuje się płyty styropianowe o grubości 16 cm. Ze względu na charakter obiektu budynek użyteczności publicznej, przyjęto minimalną wymaganą wartość współczynnika przenikania ciepła na poziomie 0,20 W/m²K. Można zastosować inny materiał izolacyjny, który nie zmieni wyniku końcowego współczynnika przenikania ciepła U. Należy przewidzieć, że podczas prac termomodernizacyjnych mogą wystąpić niezbędne roboty towarzyszące typu: instalacja odgromowa, opaski wokół budynku, daszki zewnętrzne oraz inne niezbędne do wykonania prac termomodernizacyjnych.

P2

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Dach**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 18 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Maty z wełny mineralnej

Uwagi:

Dla przegrody dach proponuje się 18 cm maty z wełny mineralnej. Ze względu na charakter obiektu budynek użyteczności publicznej, przyjęto minimalną wymaganą wartość współczynnika przenikania ciepła na poziomie 0,15 W/m²K. Można zastosować inny materiał izolacyjny, który nie zmieni wyniku końcowego współczynnika przenikania ciepła U.

P3

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Ściana na gruncie**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 8 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyty URSA XPS N-III-PZ-I grubość 80 mm

Uwagi:

Dla przegrody ściana na gruncie proponuje się 8 cm z polistyren ekstrudowany (Styrodur). Ze względu na charakter obiektu budynek użyteczności publicznej, przyjęto minimalną wymaganą wartość współczynnika przenikania ciepła na poziomie 0,23 W/m²K. Można zastosować inny materiał izolacyjny, który nie zmieni wyniku końcowego współczynnika przenikania ciepła U.

P4

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 8 cm

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

Uwagi:

Dla przegrody ściana zewnętrzna proponuje się płyty styropianowe o grubości 8 cm. Ze względu na charakter obiektu budynek użyteczności publicznej, przyjęto minimalną wymaganą wartość współczynnika przenikania ciepła na poziomie 0,20 W/m²K. Można zastosować inny materiał izolacyjny, który nie zmieni wyniku końcowego współczynnika przenikania ciepła U. Należy przewidzieć, że podczas prac termomodernizacyjnych mogą wystąpić niezbędne roboty towarzyszące typu: instalacja odgromowa, opaski wokół budynku, daszki zewnętrzne oraz inne niezbędne do wykonania prac termomodernizacyjnych.

O1

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody DZ 2 'Wentylacja grawitacyjna'**

Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: 1,300 W/(m²·K)

Wymagany typ stolarki: Stolarka bardzo szczelna (a < 0,3)

Uwagi:

Wymiana stolarki drzwiowej zmniejszy zapotrzebowanie cieplne budynku.

C.W.U.

Usprawnienie: **modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych:

Uwagi:

Proponuje się zastosowanie kolektorów słonecznych w pełni pokrywających zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową, która aktualnie jest wytwarzana z gazowego podgrzewacza.

C.O.

Usprawnienie: **modernizacja instalacji grzewczej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych:

Uwagi:

Instalacja centralnego ogrzewania wykonana z rur stalowych gładkich w złym stanie technicznym, bez izolacji wymagane działania termomodernizacyjne. Zastosowanie pompy ciepła z nową instalacją znacznie poprawi efektywność energetyczną budynku a zwłaszcza efekt ekologiczny.

9. Załącznik nr 1. – audyty efektu ekologicznego

Spis treści:

1. Cel opracowania
2. Dane budynku
3. Spis przedsięwzięć termomodernizacyjnych
4. Charakterystyka źródeł energii systemu ogrzewania i wentylacji
5. Charakterystyka źródeł energii systemu przygotowania ciepłej wody
6. Wskaźniki emisji zanieczyszczeń poszczególnych systemów i nośników energii
7. Emisja zanieczyszczeń poszczególnych systemów w budynku
8. Bezpośredni efekt ekologiczny
9. Wyniki analizy porównawczej i wybór systemu zaopatrzenia w energię

1. Cel opracowania

Celem opracowania jest pokazanie efektu ekologicznego wynikającego z zastosowanych usprawnień termomodernizacyjnych obliczonych w audycie energetycznym.

2. Dane budynku

Przeznaczenie budynku: Użyteczności publicznej

Strefa klimatyczna: III

Stacja meteorologiczna: Łódź - Lublinek

Powierzchnia zabudowy $A_z=356,07 \text{ m}^2$

Powierzchnia o regulowanej temperaturze $A_r=686,24 \text{ m}^2$

Powierzchnia netto $A=686,24 \text{ m}^2$

Kubatura ogrzewana budynku $V=1\,978,22 \text{ m}^3$

Liczba kondygnacji: 3

3. Spis przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej

Modernizacja przegrody DZ 2 'Wentylacja grawitacyjna'

Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna

Modernizacja przegrody Dach

Modernizacja przegrody Ściana na gruncie

Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna

Modernizacja systemu grzewczego

4. Charakterystyka źródeł energii systemu ogrzewania i wentylacji

4.1. Przed modernizacją

Rodzaj paliwa	$\eta_{H,tot}$	H_u	Jedn.	$Q_{K,H}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Węgiel kamienny	0,51	7,70	kWh/kg	146220,5	18989,7	kg/rok

4.2. Po modernizacji

Rodzaj paliwa	$\eta_{H,tot}$	H_u	Jedn.	$Q_{K,H}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	2,99	1,00	kWh/kWh	13778,9	13778,9	kWh/rok

5. Charakterystyka źródeł energii systemu przygotowania ciepłej wody

5.1. Przed modernizacją

Rodzaj paliwa	$\eta_{W,tot}$	H_u	Jedn.	$Q_{K,W}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz ziemny	0,72	9,97	kWh/m ³	4229,7	424,2	m ³ /rok
Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	0,72	1,00	kWh/kWh	4229,7	4229,7	kWh/rok

5.2. Po modernizacji

Rodzaj paliwa	$\eta_{W,tot}$	H_u	Jedn.	$Q_{K,W}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Energia słoneczna	0,71	1,00	kWh/kWh	11989,0	11989,0	kWh/rok

6. Wskaźniki emisji zanieczyszczeń poszczególnych systemów i nośników energii

Informacje uzupełniające:...

6.1. Przed modernizacją

System ogrzewania i wentylacji								
Rodzaj paliwa	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Węgiel kamienny	kg/Mg	19,20000 0	1,000000	45,00000 0	2000,000 000	10,50000 0	0,350000	0,014000
System przygotowania ciepłej wody								
Rodzaj paliwa	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz ziemny	kg/1,0E6• m ³	0,000120	1280,000 000	360,0000 00	1964000, 000000	15,00000 0	0,000000	0,000000
Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	kg/kWh	0,009100	0,002300	0,000690	0,812000	0,001500	0,000003	0,000000

6.2. Po modernizacji

System ogrzewania i wentylacji								
Rodzaj paliwa	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	kg/kWh	0,009100	0,000230	0,000690	0,812000	0,001500	0,000003	0,000000
System przygotowania ciepłej wody								
Rodzaj paliwa	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Energia słoneczna	kg/GJ	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000

7. Emisja zanieczyszczeń poszczególnych systemów w budynku

7.1. Przed modernizacją

System	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
System ogrzewania i wentylacji	kg/rok	364,6017	18,9897	854,5353	37979,34 88	199,3916	6,6464	0,2659
System przygotowania ciepłej wody	kg/rok	38,4904	10,2714	3,0712	4267,745 5	6,3509	0,0114	0,0002
Całkowita emisja w budynku	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
	kg/rok	403,0922	29,2611	857,6066	42247,09 43	205,7425	6,6578	0,2661

7.2. Po modernizacji

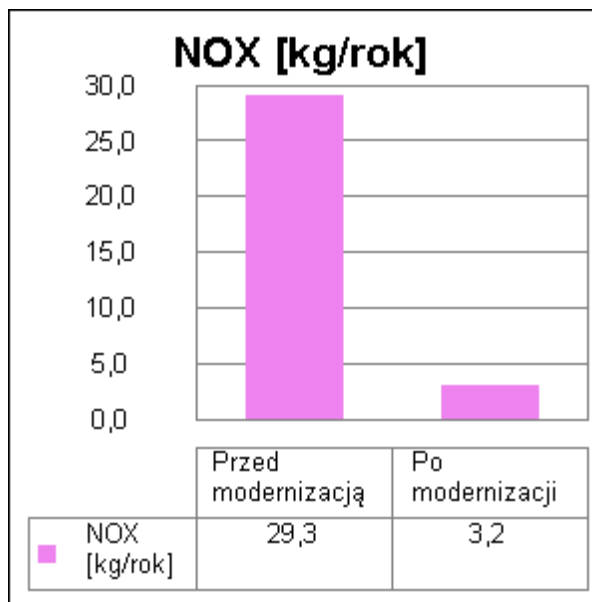
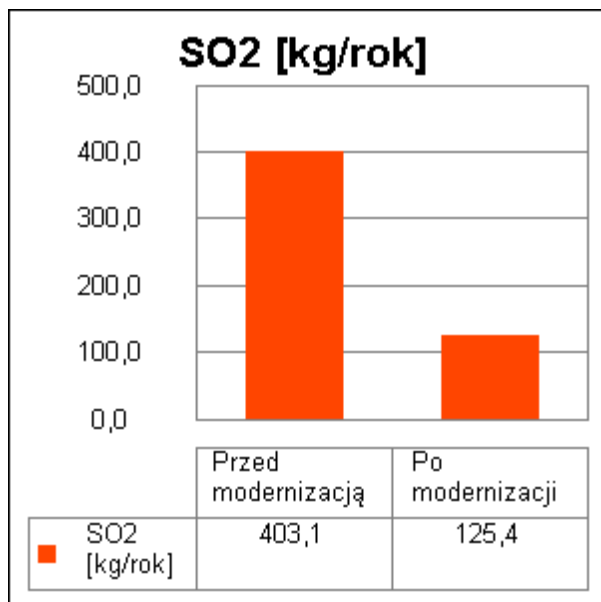
System	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
System ogrzewania i wentylacji	kg/rok	125,3875	3,1691	9,5074	11188,42 73	20,6683	0,0372	0,0007
System przygotowania ciepłej wody	kg/rok	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Całkowita emisja w budynku	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
	kg/rok	125,3875	3,1691	9,5074	11188,42 73	20,6683	0,0372	0,0007

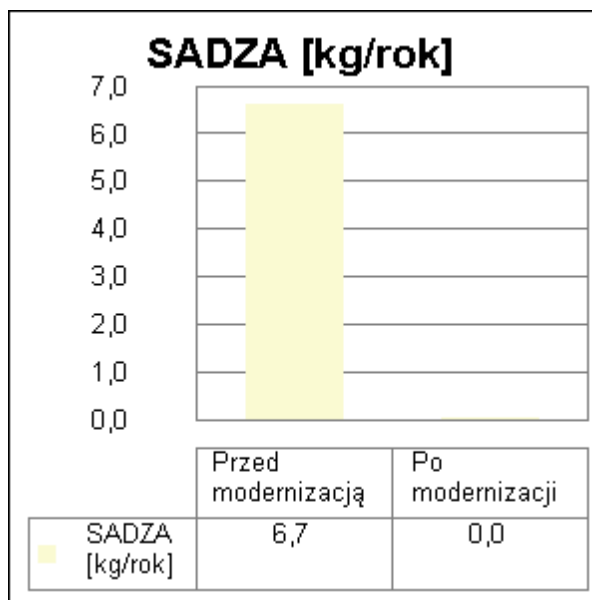
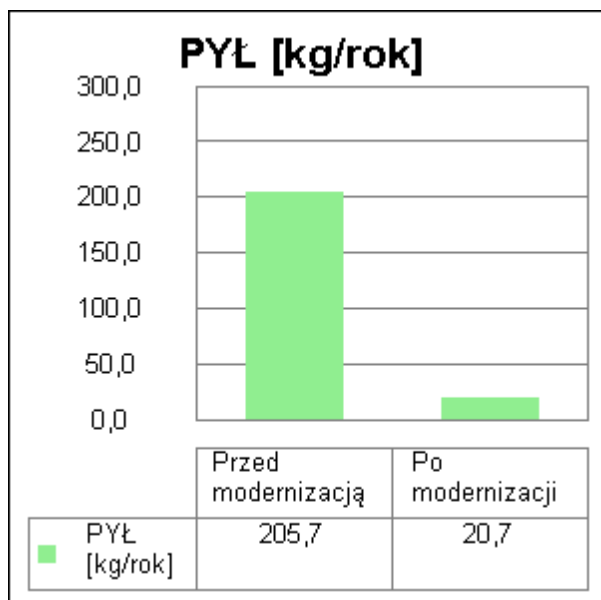
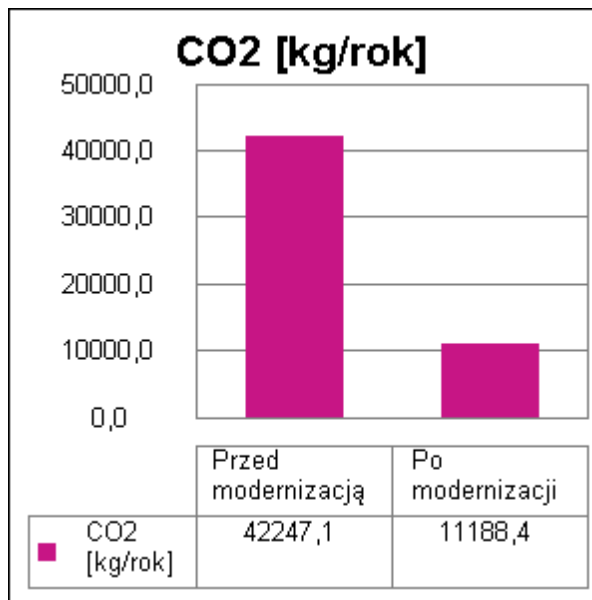
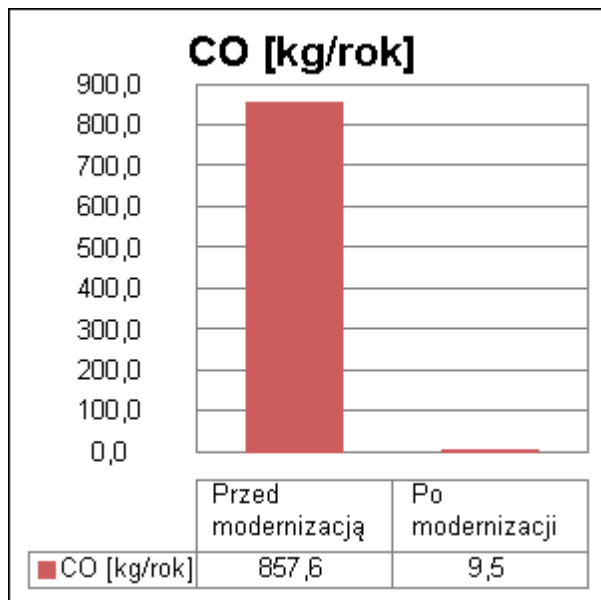
8. Bezpośredni efekt ekologiczny

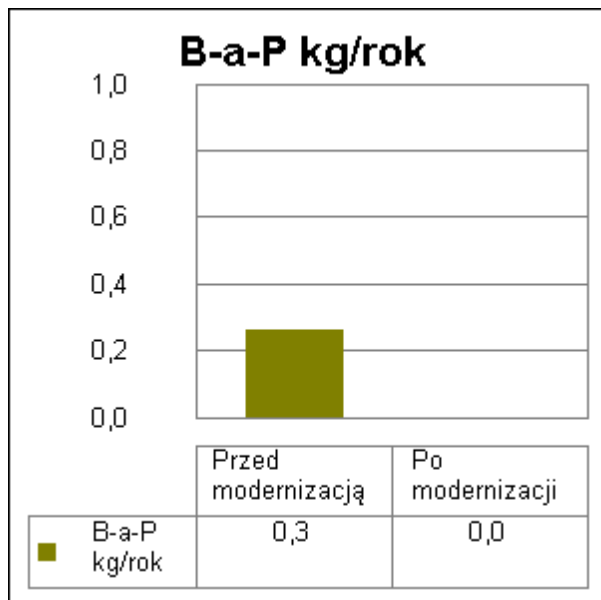
8.1. Tabela bezpośredniego efektu ekologicznego

Emitowane zanieczyszczenie	Budynek projektowany [kg/rok]	Budynek z alternatywnymi źródłami [kg/rok]	Efekt ekologiczny[kg/rok]	Redukcja emisji [%]
SO ₂	403,092167	125,387548	277,704619	68,89
NO _x	29,261055	3,169136	26,091919	89,17
CO	857,606580	9,507407	848,099173	98,89
CO ₂	42247,094327	11188,427343	31058,666983	73,52
PYŁ	205,742519	20,668277	185,074242	89,95
SADZA	6,657806	0,037203	6,620603	99,44
B-a-P	0,266084	0,000744	0,265340	99,72

8.2. Wykresy bezpośredniego efektu ekologicznego







9. Wyniki analizy porównawczej i wybór systemu zaopatrzenia w energię

Wartości współczynnika toksyczności zanieczyszczeń obliczono w oparciu o Rozporządzenie Ministerstwa Środowiska z dnia 26.01.2010 r. w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu (Dz.U. nr 87/2010 poz.16).

$$K_{SO_2} = e_{SO_2}/e_t = 20/20 \text{ mg/m}^3 = 1,00$$

$$K_{NO_x} = e_{SO_2}/e_t = 20/40 \text{ mg/m}^3 = 0,50$$

$$K_{CO} = e_{SO_2}/e_t = \text{brak wymagań}$$

$$K_{CO_2} = e_{SO_2}/e_t = \text{brak wymagań}$$

$$K_{PYŁ} = e_{SO_2}/e_t = 20/40 \text{ mg/m}^3 = 0,50$$

$$K_{SADZA} = e_{SO_2}/e_t = 20/8 \text{ mg/m}^3 = 2,50$$

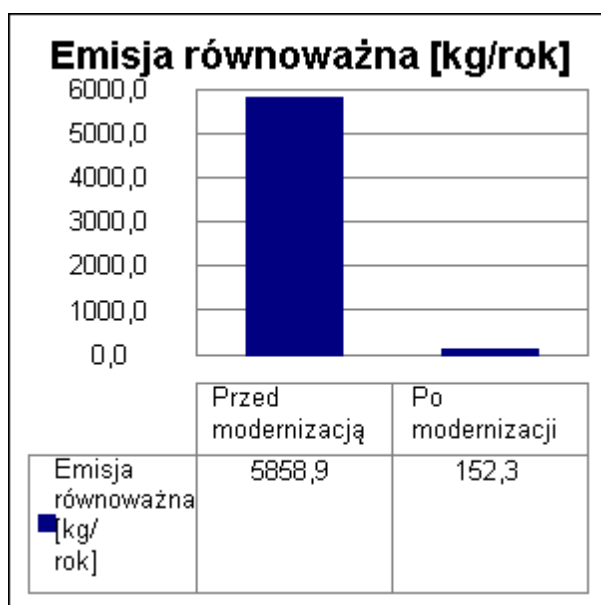
$$K_{B-a-P} = e_{SO_2}/e_t = 20/0,001 \text{ mg/m}^3 = 20000,00$$

9.1. Tabela emisji równoważnej

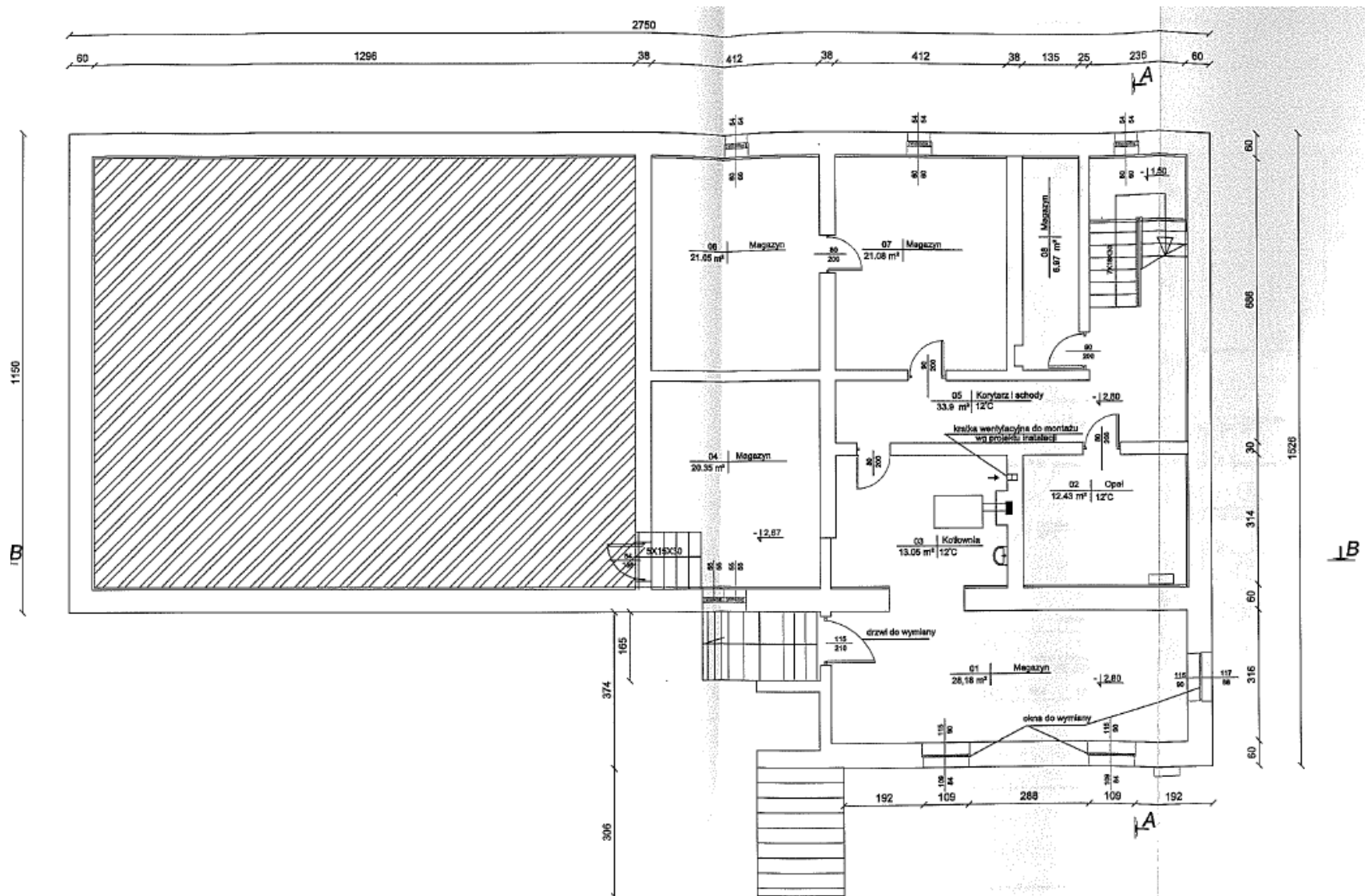
Emitowane zanieczyszczenie	Współczynnik toksyczności K	Emisja - Przed modernizacją [kg/rok]	Emisja - Po modernizacji [kg/rok]	Emisja równoważna - Przed modernizacją [kg/rok]	Emisja równoważna - Po modernizacji [kg/rok]
SO ₂	1,00	403,092167	125,387548	403,092167	125,387548
NO _x	0,50	29,261055	3,169136	14,630527	1,584568
PYŁ	0,50	205,742519	20,668277	102,871260	10,334139
SADZA	2,50	6,657806	0,037203	16,644516	0,093007
B-a-P	20000,00	0,266084	0,000744	5321,676925	14,881160
Łączna emisja równoważna				5858,915395	152,280421

Efekt ekologiczny wyrażony emisją równoważną dla proponowanych przedsięwzięć termomodernizacyjnych wynosi 5706,634974 kg/rok, czyli 97,4%.

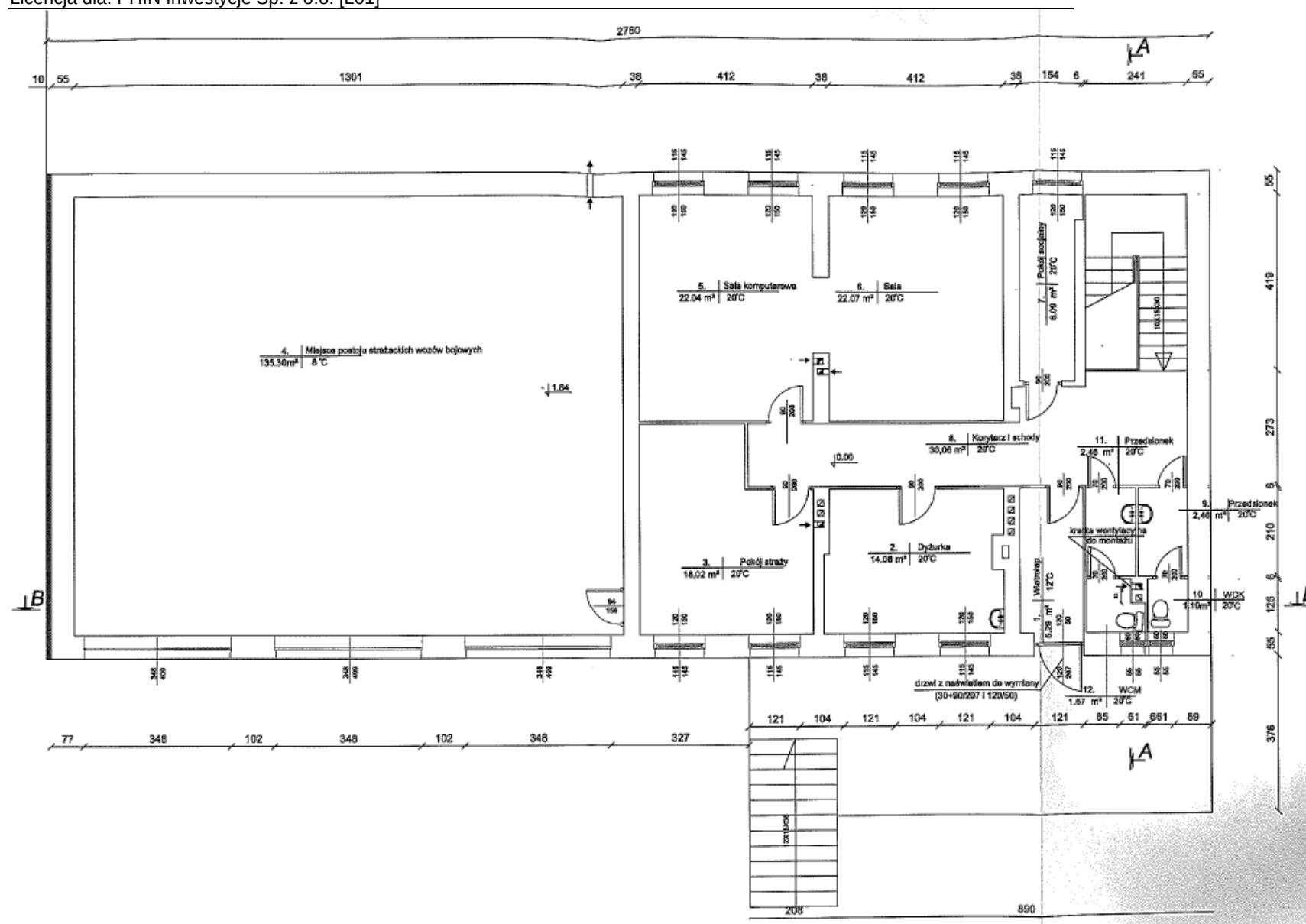
9.2. Wykres emisji równoważnej



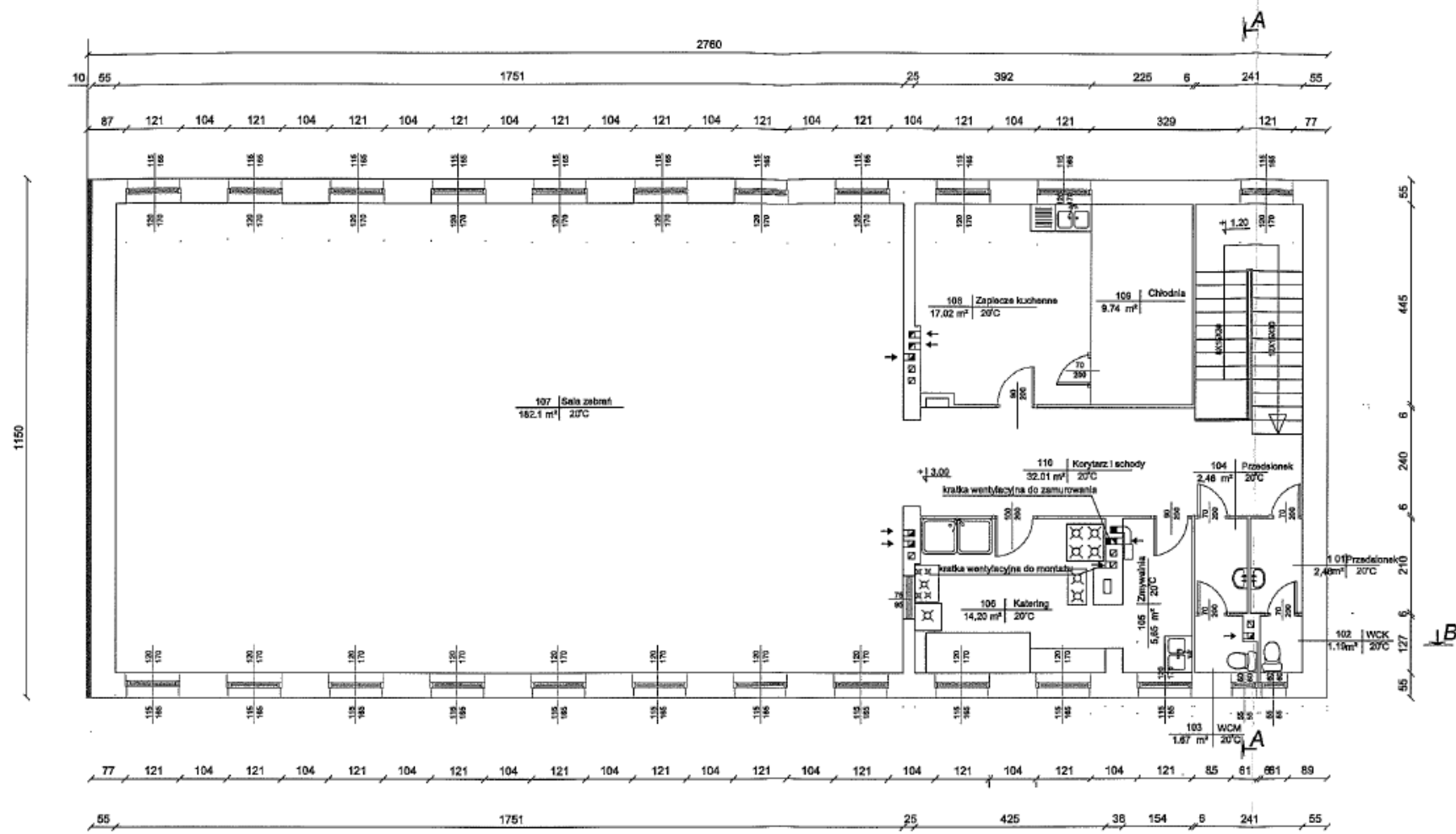
10. Załącznik nr 2. - dokumentacja techniczna budynku



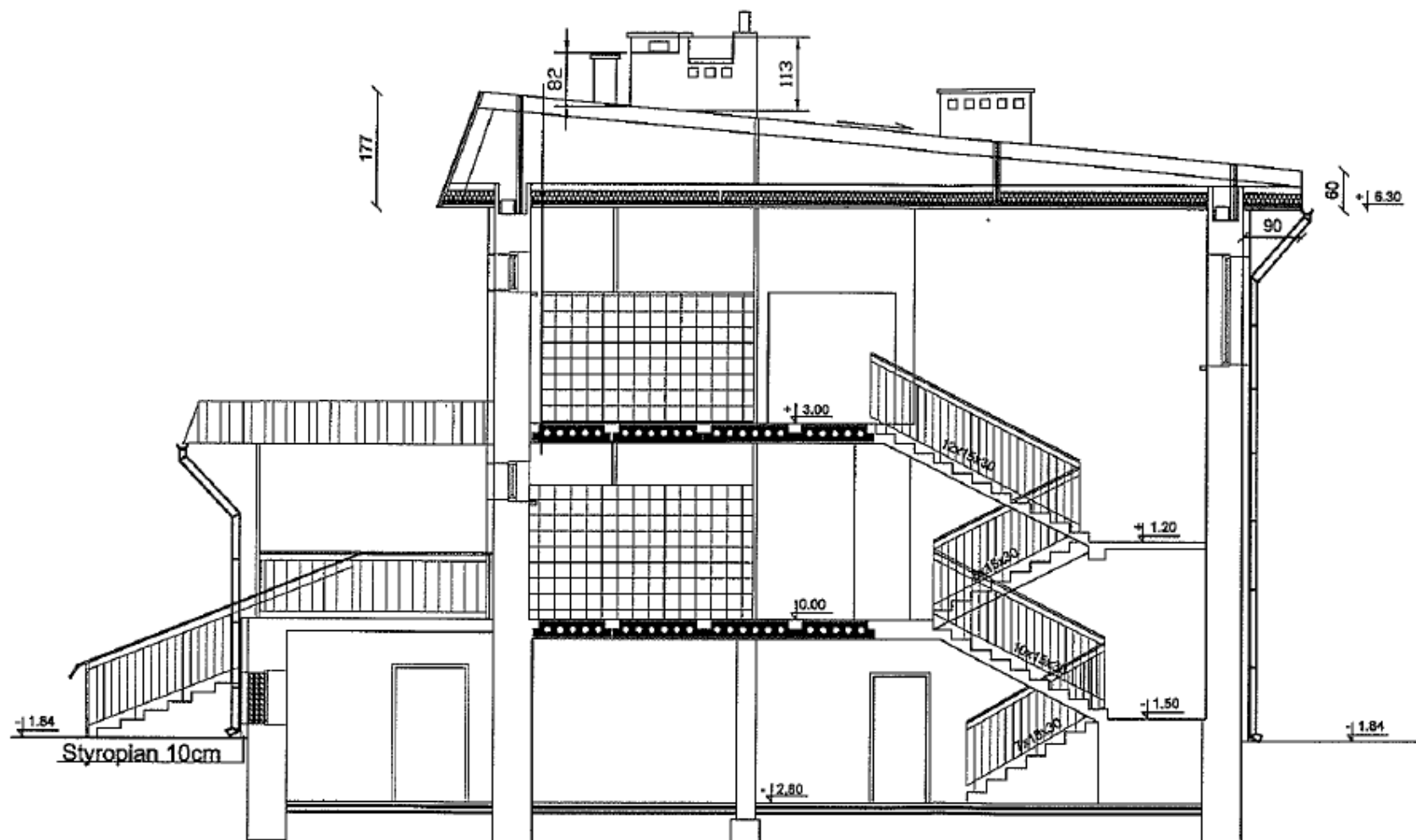
Rzut piwnic



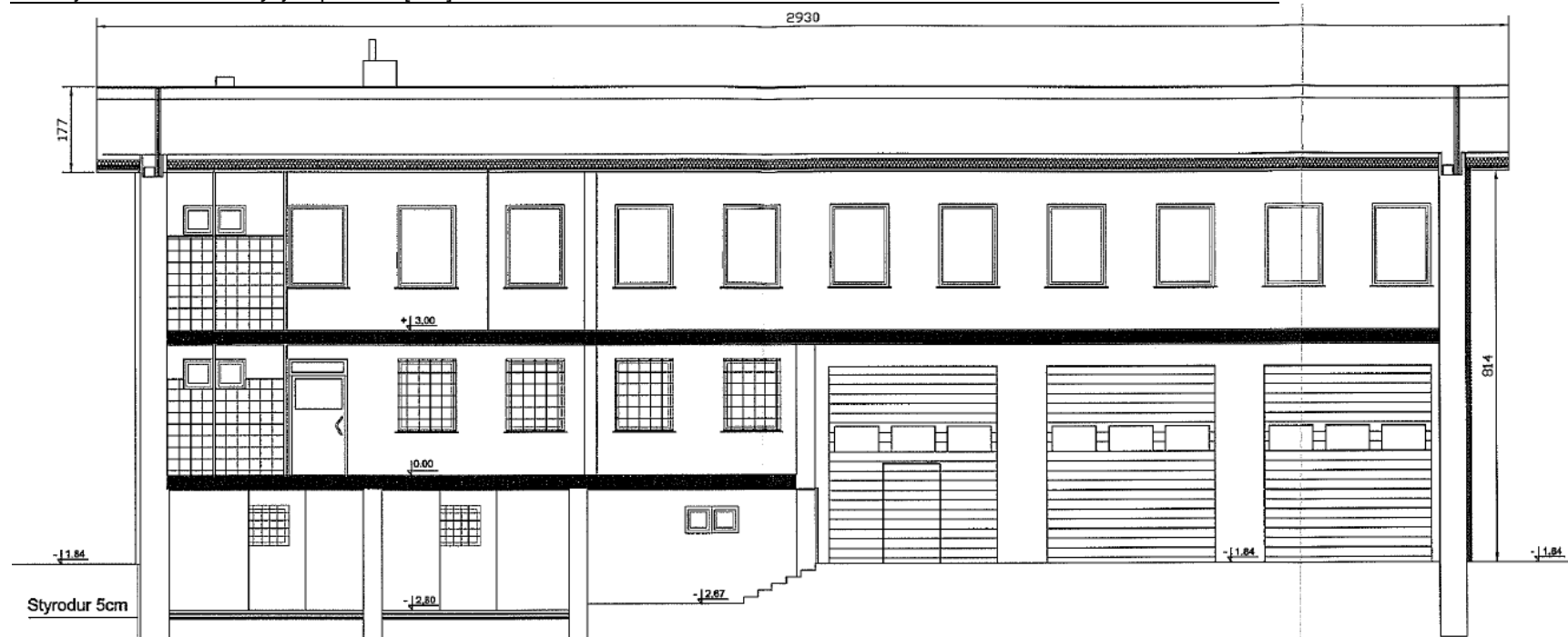
Rzut parteru



Rzut Piętra



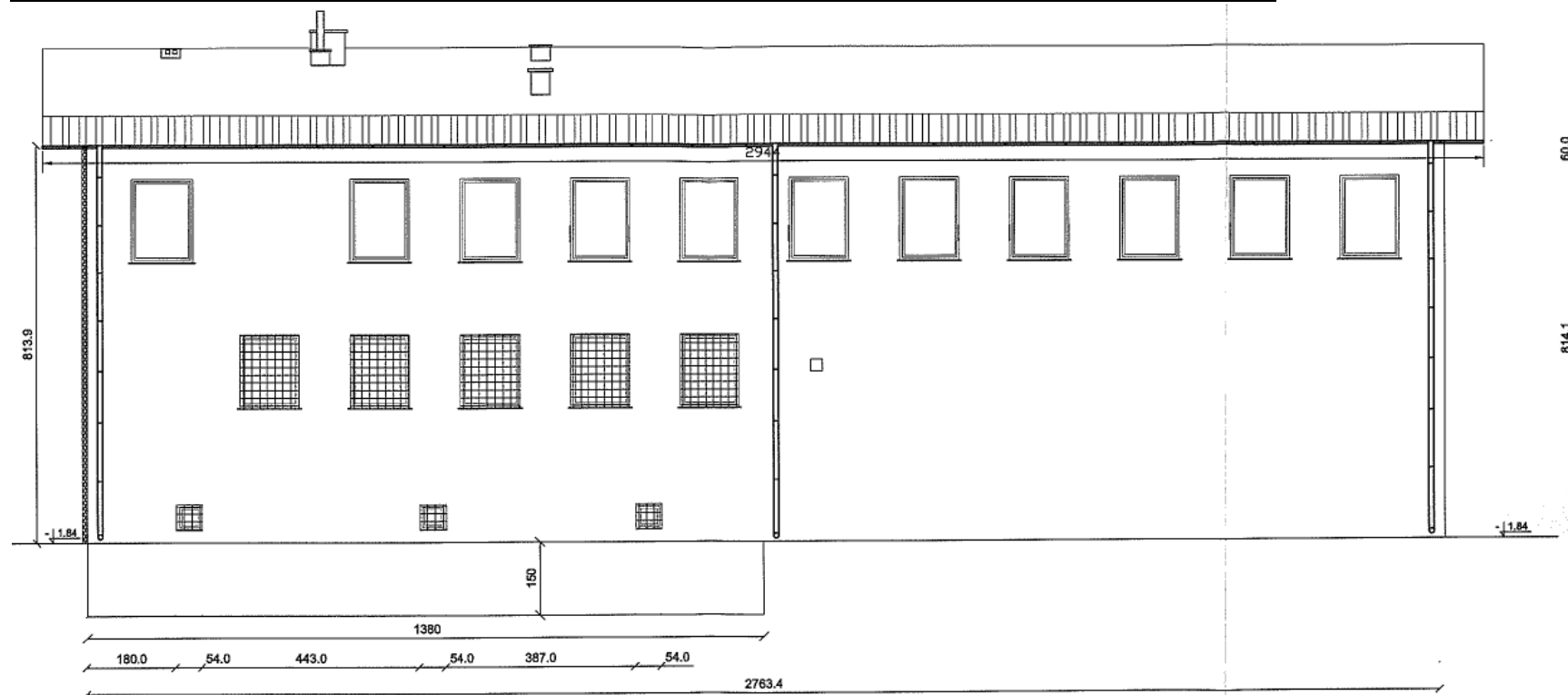
Przekrój A-A



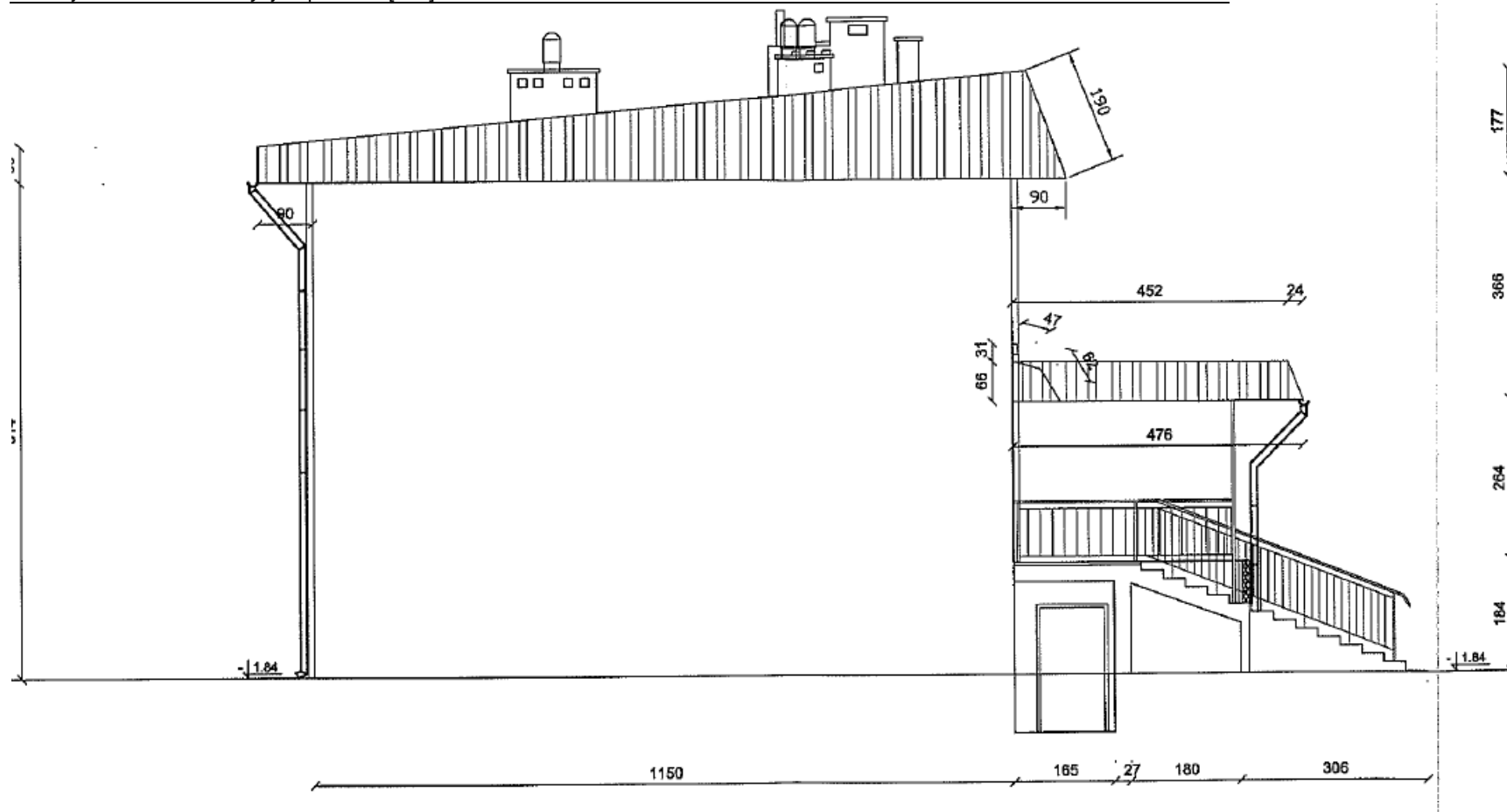
Przekrój B-B



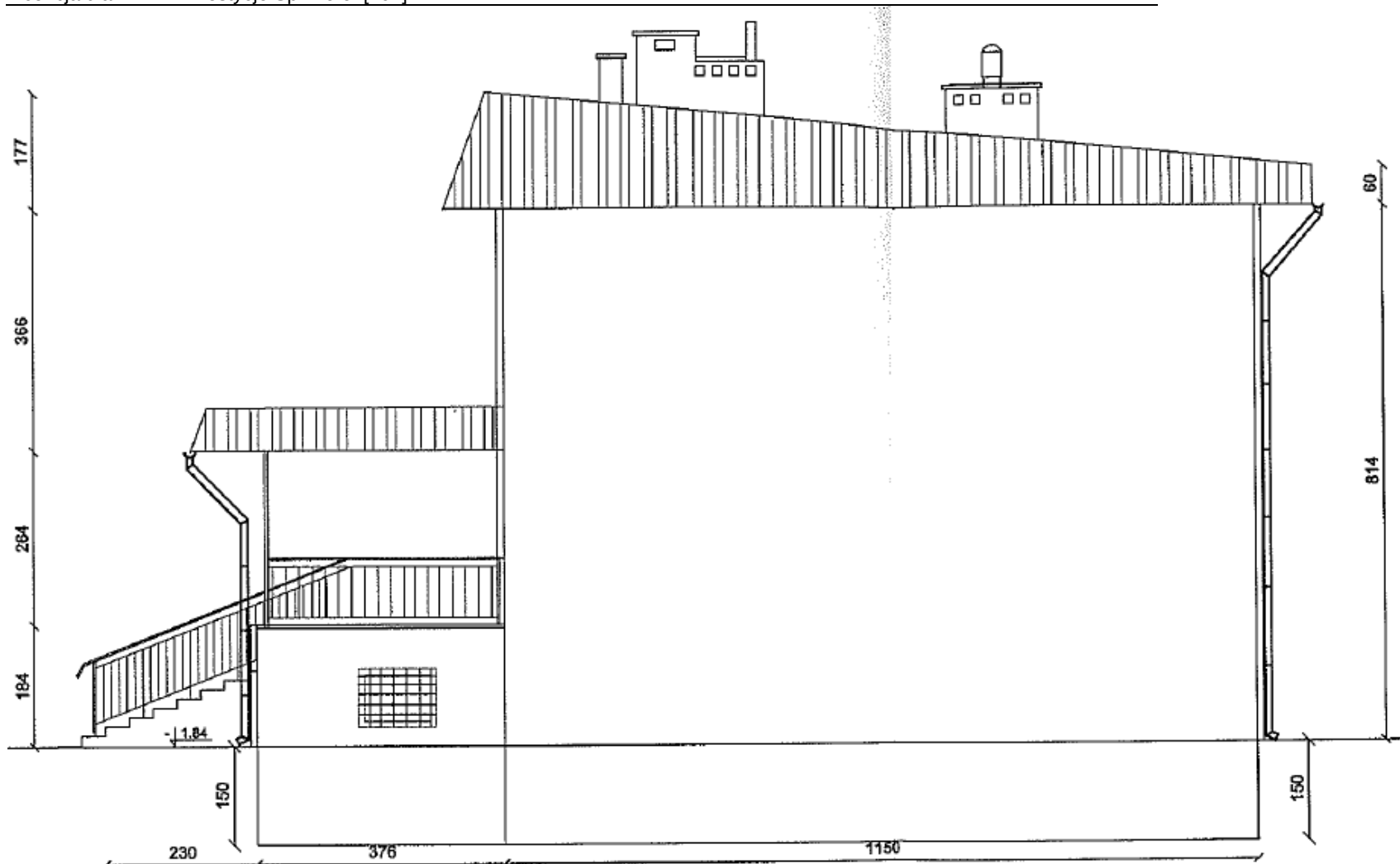
Elewacja południowa



Elewacja północna



Elewacja zachodnia



Elewacja wschodnia