
ZAKŁAD PROJEKTOWO – USŁUGOWY

„ENERGY”

ul. Br. Czecha 1/1, 85-794 Bydgoszcz

tel. 520-35-01, kom. 505-138-108

AUDYT ENERGETYCZY BUDYNKU

dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji
w trybie Ustawy z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów
(Dz. U. Nr 223, poz.1459)

Budynek
ul. Jana Pawła II 4
86-050 Solec Kujawski

1. Strona tytułowa audytu energetycznego

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	<i>Biurowo-Mieszkalny</i>	1.2 Rok budowy	<i>1900</i>
1.3 INWESTOR (nazwa lub imię i nazwisko, PESEL*) (* w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości)	Gmina Solec Kujawski	1.4 Adres budynku	
	ul. 23 Stycznia 7 86-050 Solec Kujawski	ul. Jana Pawła II, nr 4 86-050 Solec Kujawski Kujawsko-Pomorskie	
2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:			
<p style="text-align: center;">ZPU ENERGY Leszek Kryspin ul. B. Czecha 1/1 85-794 Bydgoszcz Regon 090486640</p>			
3. Imię, Nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:			
Leszek Kryspin ul. B. Czecha 1/1, KAPE 2002/184 (AUIPE 138/11)			<p style="text-align: center;">..... podpis</p>
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	
1	Ryszard Mączyński	Ocena stanu technicznego budynku, obliczenie strat ciepła, ocena stanu instalacji elektrycznej	
5. Miejsowość: Bydgoszcz		Data wykonania opracowania	10 maj 2017
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		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]	1517,31	1517,31
2.1.4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	505,77	505,77
2.1.5.	Liczba lokali mieszkalnych	9,00	1,00
2.1.6.	Liczba osób użytkujących budynek	34,00	27,00
2.1.7.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	Miejscowe	Centralne
2.1.8.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Miejscowe	Centralne
2.1.9.	Współczynnik A/V [1/m]	0,40	0,40
2.1.10.	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	1,42; 1,42	0,19; 0,19
2.2.2.	Dach/stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	1,06	0,15
2.2.3.	Strop nad piwnicą	0,91	0,24
2.2.4.	Okna, drzwi	2,50; 2,60	1,30; 0,90
2.2.5.	Podłogi na gruncie	0,87	0,29
2.2.6.	Stropy wewnętrzne	4,23	0,14
2.3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.3.1.	Sprawność wytwarzania	0,800	0,940
2.3.2.	Sprawność przesyłu	1,000	0,960
2.3.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,700	0,890
2.3.4.	Sprawność akumulacji	1,000	1,000
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	0,950
2.4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.4.1.	Sprawność wytwarzania	0,960	0,850
2.4.2.	Sprawność przesyłu	0,600	0,700
2.4.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,000	1,000
2.4.4.	Sprawność akumulacji	1,000	1,000

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/kanaly grawitacyjne	stolarka/kanaly grawitacyjne
2.5.1.3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m³/h]	758,66	758,66
2.5.1.4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	0,50	0,50
2.6. Charakterystyka energetyczna budynku		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.6.1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	44,62	15,98
2.6.2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	2,37	0,77
2.6.3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	388,31	91,72
2.6.4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	693,41	108,92
2.6.5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	77,86	24,50
2.6.6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	388,31	---
2.6.7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	58,39	---
2.6.8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m²rok)]	213,26	50,37
2.6.9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m²rok)]	380,82	59,82
2.6.10**	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00	0,00
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]	35,28	47,70
2.7.2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc *** [zł/(MW m-c)]	13957,40	6617,93
2.7.3.	Koszt przygotowania 1 m³ ciepłej wody użytkowej *** [zł/m³]	95,63	21,22
2.7.4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc **** [zł/(MW m-c)]	6020,00	6617,93
2.7.5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m² powierzchni użytkowej	5,26	1,07

	[zł/(m ² m-c)]		
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]	355.096,25	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	82,70
Planowane koszty całkowite [zł]	443.870,35	Premia termomodernizacyjna [zł]	71.019,25
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	36.973,76		

* 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 listopada 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 - 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 6.4

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:

88.774 zł

4. Kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora::

355.096 zł

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

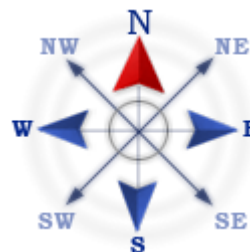
4.1. Ogólne dane techniczne

Konstrukcja/technologia budynku	-	tradycyjna
Kubatura budynku	-	1517,31m ³
Kubatura ogrzewania	-	1517,31m ³
Powierzchnia netto budynku	-	505,77m ²
Współczynnik kształtu	-	0,40m ⁻¹
Ilość mieszkań	-	9,00
Ilość mieszkańców	-	34,00

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	1,42	W/(m ² •K)
Dach/stropodach	1,06	W/(m ² •K)
Strop piwnicy	0,91	W/(m ² •K)
Okna	2,60	W/(m ² •K)
Drzwi/bramy	2,50	W/(m ² •K)
Podłogi na gruncie	0,87	W/(m ² •K)
Stropy wewnętrzne	4,23	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	35,28 zł/GJ	47,70 zł/GJ
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie	13.957,40 zł/MW/mc	6.617,93 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	161,38 zł/GJ	47,70 zł/GJ
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u.	6020,00 zł/MW/mc	6617,93 zł/MW/mc
Inne koszty, abonament	0,00 zł/mc	0,00 zł/mc

4.5. Charakterystyka systemu grzewczego

Wytwarzanie	Piece kaflowe Paliwo - węgiel kamienny	$\eta_{H,g} = 0,800$
Przesyłanie ciepła	Źródło ciepła w pomieszczeniu (ogrzewanie elektryczne, piec kaflowy, kominek)	$\eta_{H,d} = 1,000$
Regulacja systemu grzewczego	Ogrzewanie piecowe lub z kominka	$\eta_{H,e} = 0,700$

Akumulacja 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 $\eta_{H,tot} = \eta_{H,g} \eta_{H,d} \eta_{H,e} \eta_{H,s} =$		0,560
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	Elektryczny podgrzewacz akumulacyjny (z zasobnikiem ciepłej wody użytkowej bez strat)	$\eta_{W,g} = 0,960$
Przesył ciepłej wody	Podgrzewanie wody dla grupy punktów poboru w jednym lokalu mieszkalnym	$\eta_{W,d} = 0,600$
Regulacja i wykorzystanie	---	$\eta_{W,e} = 1,000$
Akumulacja ciepła	Brak zasobnika	$\eta_{W,s} = 1,000$
Sprawność całkowita systemu c.w.u. $\eta_{W,tot} = \eta_{W,g} \eta_{W,d} \eta_{W,s} \eta_{W,e} =$		0,576
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	758,66	
Krotność wymian powietrza	0,50	

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 1	Ściana zew. ma zbyt wysoki współczynnik przenikania $U=1,42$ [W/m ² K]. Przegrodę zew. należy ocieplić metodą bezspoinową (styropian) zapewniając wymagania na 2021, $U=0,20$ [W/m ² K]
Dach	Dach ma zbyt wysoki współczynnik przenikania $U=1,06$ [W/m ² K]. Przegrodę należy ocieplić wełną mineralną, zapewniając wymagania na 2021 rok, $U=0,15$ [W/m ² K].
Podłoga na gruncie	Podłoga na gruncie ma zbyt wysoki współczynnik przenikania $U=0,87$ [W/m ² K]. Przegrodę należy styropianem zapewniając wymagania na 2021 rok, $U=0,3$ [W/m ² K].
Strop wewnętrzny	Strop wewnętrzny nad piwnicą ma zbyt wysoki współczynnik przenikania $U=0,91$ [W/m ² K]. Przegrodę należy ocieplić styropianem zapewniając wymagania na 2021 rok, $U=0,25$ [W/m ² K].
Strop wewnętrzny do poddasza	Strop wewnętrzny do poddasza nieogrzewanego ma zbyt wysoki współczynnik przenikania $U=4,23$ [W/m ² K]. Przegrodę należy ocieplić wełną mineralną zapewniając wymagania na 2021 rok, $U=0,15$ [W/m ² K].
Ściana zewnętrzna 2	Ściana zew. ma zbyt wysoki współczynnik przenikania $U=1,42$ [W/m ² K]. Przegrodę zew. należy ocieplić od środka (według decyzji konserwatora zabytków) płytami izolacyjnymi MULTIPOR zapewniając wymagania na 2021, $U=0,20$ [W/m ² K]. Konserwator Zabytków wyraził zgodę na docieplenie ściany frontowej tylko od wewnątrz.
Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	Wymiana okien o niskim współczynniku przenikania ciepła , $U = 0,9$ [W/m ² K].
Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	Wymiana drzwi o niskim współczynniku przenikania ciepła , $U = 1,3$ [W/m ² K].
System grzewczy	Źródłem ciepła dla lokali mieszkalnych są piece kaflowe. Budynek w większej części po termomodernizacji zmieni swoje przeznaczenie (zostanie jeden lokal mieszkalny zasilany kotłem dwufunkcyjnym gazowym, pozostała powierzchnia budynku będzie przeznaczona na potrzeby użyteczności publicznej - biura). Należy zamontować 4 kotły dwufunkcyjne gazowe (na parterze – 2 szt. , jeden kocioł będzie zasilał lokal mieszkalny, drugi na potrzeby biur, na I piętrze jeden kocioł dla potrzeb biur, II piętro – jeden kocioł dla potrzeb biur), montaż instalacji centralnego ogrzewania wraz izolacją przewodów według WT. Montaż grzejników wraz z zaworami i głowicami termostatycznymi.
Instalacja ciepłej wody użytkowej	Źródłem c.w.u. są podgrzewacze elektryczne. Zaleca się montaż kotłów dwufunkcyjnych gazowych. Budynek w większej części po termomodernizacji zmieni swoje przeznaczenie (zostanie jeden lokal mieszkalny zasilany kotłem dwufunkcyjnym gazowym, pozostała powierzchnia budynku będzie przeznaczona na potrzeby użyteczności publicznej - biura). Należy zamontować 4 kotły dwufunkcyjne gazowe (na parterze – 2 szt. , jeden kocioł będzie zasilał lokal mieszkalny, drugi na potrzeby biur, na I piętrze jeden kocioł dla potrzeb biur, II piętro – jeden kocioł dla potrzeb biur), montaż instalacji c.w.u. wraz z zaizolowaniem przewodów według WT.

Uwaga.

Budynek częściowo podpiwniczony, częściowo podłogi na gruncie, dach mansardowy.

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 Strop wewnętrzny do poddasza		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Wełna mineralna , $\lambda = 0,036 [W/(m \cdot K)]$;	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	152,04m ²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	152,04m ²	
Stopniodni: 7491,00 dzień·K/rok	$t_{wo} = 20,00 \text{ } ^\circ\text{C}$	$t_{zo} = -13,00 \text{ } ^\circ\text{C}$

	Stan istniejący	Wariant numer			
		Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2	Wariant 1.3
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	35,28	47,70	47,70	47,70
Opłata za 1 MW Om	zł (MW * m-c)	13957,40	6617,93	6617,93	6617,93
Inne koszty, abonament Ab	zł/mc	0,00	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	24	25	26
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	4,228	0,145	0,139	0,134
Opór cieplny R	(m ² K)/W	0,24	6,90	7,18	7,46
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	6,67	6,94	7,22
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	416,07	14,25	13,70	13,19
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0212	0,0007	0,0007	0,0007
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	17494,39	17522,92	17549,33
Cena jednostkowa usprawnienia K_i	zł/m ²	---	160,00	165,00	170,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	29921,47	30856,52	31791,56
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	1,71	1,76	1,81

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 29921,47 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 1,71 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 24 cm

Informacje uzupełniające:

Ceny przyjęte zostały zgodnie z cennikiem „SEKOCENBUD” z uwzględnieniem warunków lokalnych. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni stropu.

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna 1		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Styropian , $\lambda = 0,040$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	345,63m²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	345,63m²	
Stopniodni: 3700,70 dzień·K/rok	$t_{wo} = 20,00$ °C	$t_{zo} = -18,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer			
		Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2	Wariant 1.3
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	35,28	47,70	47,70	47,70
Opłata za 1 MW Om	zł (MW * m-c)	13957,40	6617,93	6617,93	6617,93
Inne koszty, abonament Ab	zł/mc	0,00	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	18	19	20
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m²K)	1,417	0,192	0,183	0,175
Opór cieplny R	(m²K)/W	0,71	5,21	5,46	5,71
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m²K)/W	---	4,50	4,75	5,00
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	156,61	21,23	20,26	19,37
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0186	0,0025	0,0024	0,0023
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	7429,82	7485,41	7536,12
Cena jednostkowa usprawnienia K_i	zł/m²	---	190,00	197,00	205,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	80772,61	83748,44	87149,39
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	10,87	11,19	11,56

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 80772,61 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 10,87 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 18 cm

Informacje uzupełniające:

Ceny przyjęte zostały zgodnie z cennikiem „SEKOCENBUD” z uwzględnieniem warunków lokalnych. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych z odliczeniem powierzchni okien i drzwi.

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, Wełna mineralna , $\lambda = 0,036 \text{ [W/(m}\cdot\text{K)]}$;	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	80,00m ²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	80,00m ²	
Stopniodni: 3700,70 dzień•K/rok	$t_{wo} = 20,00 \text{ }^\circ\text{C}$	$t_{zo} = -18,00 \text{ }^\circ\text{C}$

	Stan istniejący	Wariant numer			
		Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2	Wariant 1.3
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	35,28	47,70	47,70	47,70
Opłata za 1 MW Om	zł (MW * m-c)	13957,40	6617,93	6617,93	6617,93
Inne koszty, abonament Ab	zł/mc	0,00	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	21	22	23
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	1,064	0,148	0,142	0,136
Opór cieplny R	(m ² K)/W	0,94	6,77	7,05	7,33
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	5,83	6,11	6,39
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	27,21	3,78	3,63	3,49
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0032	0,0004	0,0004	0,0004
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	1285,92	1294,42	1302,28
Cena jednostkowa usprawnienia K_i	zł/m ²	---	145,00	150,00	155,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	14268,00	14760,00	15252,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	11,10	11,40	11,71

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 14268,00 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 11,10 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 21 cm

Informacje uzupełniające:

Ceny przyjęte zostały zgodnie z cennikiem „SEKOCENBUD” z uwzględnieniem warunków lokalnych. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni stropu.

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny nad piwnicą		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Styropian, $\lambda = 0,040$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	42,74m²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	42,74m²	
Stopniodni: 4540,00 dzień·K/rok	$t_{wo} =$ 20,00 °C	$t_{zo} =$ 2,00 °C

		Stan istniejący	Wariant numer		
			Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	35,28	47,70	47,70	47,70
Opłata za 1 MW Om	zł (MW * m-c)	13957,40	6617,93	6617,93	6617,93
Inne koszty, abonament Ab	zł/mc	0,00	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	12	13	14
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m²K)	0,913	0,244	0,230	0,218
Opór cieplny R	(m²K)/W	1,09	4,09	4,34	4,59
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m²K)/W	---	3,00	3,25	3,50
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	15,31	4,09	3,86	3,65
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0007	0,0002	0,0002	0,0002
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	447,63	459,72	470,50
Cena jednostkowa usprawnienia K_i	zł/m²	---	160,00	167,00	176,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	8411,23	8779,22	9252,36
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	18,79	19,10	19,66

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 8411,23 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 18,79 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 12 cm

Informacje uzupełniające:

Ceny przyjęte zostały zgodnie z cennikiem „SEKOCENBUD” z uwzględnieniem warunków lokalnych. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni stropu.

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna 2 (ocieplana od środka)		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, płyta izolacyjna - Multipor, $\lambda = 0,042$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	121,37m ²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	121,37m ²	
Stopniodni: 3700,70 dzień·K/rok	$t_{wo} = 20,00$ °C	$t_{zo} = -18,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer		
		Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	35,28	47,70	47,70
Opłata za 1 MW Om	zł (MW * m-c)	13957,40	6617,93	6617,93
Inne koszty, abonament Ab	zł/mc	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	19	20
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	1,417	0,191	0,183
Opór cieplny R	(m ² K)/W	0,71	5,23	5,47
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	4,52	4,76
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	55,00	7,42	7,10
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0065	0,0009	0,0008
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	2611,02	2629,49
Cena jednostkowa usprawnienia K_j	zł/m ²	---	340,00	360,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	50757,35	53743,08
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	19,44	20,44

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1**Charakterystyka wariantu optymalnego:**

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 50757,35 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 19,44 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 19 cm

Informacje uzupełniające:

Ceny przyjęte zostały zgodnie z cennikiem „SEKOCENBUD” z uwzględnieniem warunków lokalnych. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych z odliczeniem powierzchni okien i drzwi.

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Podłoga na gruncie		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Styropian, $\lambda = 0,040$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	120,34m²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	120,34m²	
Stopniodni: 3700,70 dzień·K/rok	$t_{wo} = 20,00$ °C	$t_{zo} = -18,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer		
		Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	35,28	47,70	47,70
Opłata za 1 MW Om	zł (MW * m-c)	13957,40	6617,93	6617,93
Inne koszty, abonament Ab	zł/mc	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	12	13
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	0,872	0,293	0,278
Opór cieplny R	(m ² K)/W	1,15	3,41	3,60
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	2,26	2,45
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	33,57	11,28	10,69
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0040	0,0013	0,0013
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	1207,90	1241,70
Cena jednostkowa usprawnienia K_i	zł/m ²	---	160,00	167,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	23682,91	24719,04
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	19,61	19,91

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 23682,91 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 19,61 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 12 cm

Informacje uzupełniające:

Ceny przyjęte zostały zgodnie z cennikiem „SEKOCENBUD” z uwzględnieniem warunków lokalnych. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni podłogi na gruncie.

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 OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	
Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: 680,23 m ³ /h	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: 52,72 m ²	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: 52,72 m ²	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: 52,72 m ²	
Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru: Brak osłonięcia cr = 1,2 ,cw = 1,00	
Stan istniejący: Stolarka bardzo nieuszczelna (a > 4)	
Stopniodni: 3700,70 dzień•K/rok θi = 20,00 °C θe = -18,00 °C	

		Stan istniejący	Wariant numer	
			W1	W2
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	35,28	47,70	47,70
Opłata za 1 MW	zł/MW/mc	13957,40	6617,93	6617,93
Inne koszty, abonament	zł/mc	0,00	0,00	0,00
Współczynnik c _m		1,35	1,00	1,00
Współczynnik c _r		1,20	0,70	0,70
Współczynnik a		---	---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	2,600	0,900	0,800
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	167,56	68,64	66,95
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0171	0,0106	0,0104
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	4656,17	4752,49
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	---	1550,00	1700,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	100519,83	110247,56
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	0,00	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	21,59	23,20

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1
Charakterystyka wariantu optymalnego:
Koszt realizacji wariantu optymalnego: 100519,83 zł
Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 21,59 lat
Stolarka bardzo szczelna (a < 0,3)
Modernizacja systemu wentylacji
U= 0,90
Informacje uzupełniające:
Przyjęto ceny jednostkowe wymiany okien (robocizna i materiał) w zł/m ² zgodnie z cennikiem „SEKOCENBUD” z uwzględnieniem warunków lokalnych.

Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji**Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'**

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: **78,43 m³/h**

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: **6,08m²**

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: **6,08m²**

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: **6,08m²**

Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru: Brak osłonięcia $c_r = 1,2$, $c_w = 1,00$

Stan istniejący: Stolarka bardzo nieuszczelna ($a > 4$)

Stopniodni: **3700,70** dzień•K/rok $\theta_i = 20,00$ °C $\theta_e = -18,00$ °C

		Stan istniejący	Wariant numer	
			W1	W2
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	35,28	47,70	47,70
Opłata za 1 MW	zł/MW/mc	13957,40	6617,93	6617,93
Inne koszty, abonament	zł/mc	0,00	0,00	0,00
Współczynnik c_m		1,35	1,00	1,00
Współczynnik c_r		1,20	0,70	0,70
Współczynnik a		---	---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	2,500	1,300	1,100
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	19,13	8,69	8,30
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0019	0,0013	0,0013
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	481,69	503,90
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	---	1550,00	1750,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	11306,94	13085,05
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	0,00	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	23,47	25,97

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1**Charakterystyka wariantu optymalnego:**

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 11306,94 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 23,47 lat

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

Modernizacja systemu wentylacji

U= 1,30

Informacje uzupełniające:

Przyjęto ceny jednostkowe wymiany drzwi(robocizna i materiał) w zł/m² zgodnie z cennikiem „SEKOCENBUD” z uwzględnieniem warunków lokalnych.

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 [-]	0,90	0,90
Powierzchnia o regulowanej temperaturze A_f [m ²]	452,53	452,53
Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. V_{WI} [dm ³ /(m ² ·doba)]	1,60	0,52
Czas użytkowania τ [h]	24,00	24,00
Współczynnik godzinowej nierównomierności N_h [-]	1,50	1,50
Sprawność wytwarzania $\eta_{w,g}$ [-]	0,96	0,85
Sprawność przesyłu $\eta_{w,d}$ [-]	0,60	0,70
Sprawność akumulacji ciepła $\eta_{w,s}$ [-]	1,00	1,00
Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła Q_{cw} [GJ/rok]	77,86	24,50
Max moc cieplna q_{cwu} [kW]	2,37	0,77

6.3.2 Ocena opłacalności modernizacji instalacji cwu

	Stan istniejący	Wariant 1
Opłata za 1 GJ [zł/GJ]	161,38	47,70
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu [zł/MW]	6020,00	6617,93
Inne koszty, abonament [zł]	0,00	0,00
Roczna oszczędność kosztów ΔO [zł/a]	---	11506,32
Koszt modernizacji N_u [zł]	---	33702,00
SPBT [lat]	---	2,93

6.3.3 Uproszczona kalkulacja kosztów modernizacji instalacji cwu dla wariantu optymalnego

Planowane usprawnienia:	Nakłady
Montaż kotłów dwufunkcyjnych.	9102,00
Montaż instalacji c.w.u. wraz z zaizolowaniem według WT.	24600,00
Suma:	33702,00

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

Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania η_g	Budynek w większej części po termomodernizacji zmieni swoje przeznaczenie (zostanie jeden lokal mieszkalny zasilany kotłem dwufunkcyjnym gazowym, pozostała powierzchnia budynku będzie przeznaczona na potrzeby użyteczności publicznej - biura). Należy zamontować 4 kotły dwufunkcyjne gazowe (na parterze – 2 szt. , jeden kocioł będzie zasilał lokal mieszkalny, drugi na potrzeby biur, na I piętrze jeden kocioł dla potrzeb biur, II piętro – jeden kocioł dla potrzeb biur).
Ulepszenie sprawności przesyłu η_d	Montaż instalacji c.w.u. wraz z zaizolowaniem przewodów według WT.
Ulepszenie sprawności akumulacji η_s	Brak zmian.

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]	35,28	47,70
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie [zł/MW]	13957,40	6617,93
Inne koszty, abonament [zł]	0,00	0,00
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło [GJ]	388,31	
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [MW]	0,0446	
Sprawność systemu grzewczego	0,560	0,803
Roczna oszczędność kosztów ΔO [zł/a]	---	6484,21
Koszt modernizacji [zł]	---	90528,00
SPBT [lat]	---	13,96

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 $\eta_{H,g}$	0,940
Przesyłania ciepła, np. izolacja pionów zasilających $\eta_{H,d}$	0,960
Regulacji systemu ogrzewczego, np. wprowadzenie automatyki pogodowej $\eta_{H,e}$	0,890
Akumulacji ciepła, np. wprowadzenie zasobnika buforowego $\eta_{H,s}$	1,000
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu tygodnia w_t	1,000
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	0,950
Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_{H,g} \eta_{H,d} \eta_{H,e} \eta_{H,s}$	0,803

*) - 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
Montaż kotłów dwufunkcyjnych gazowych.	13038,00
Montaż instalacji c.o. wraz z zaizolowaniem przewodów według WT.	28290,00
Montaż grzejników z zaworami termostatycznymi.	49200,00
Suma:	90528,00

6.4.4 Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu grzewczego

Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania η_g	Budynek w większej części po termomodernizacji zmienia swoje przeznaczenie (zostanie jeden lokal mieszkalny zasilany kotłem dwufunkcyjnym gazowym, pozostała powierzchnia budynku będzie przeznaczona na potrzeby użyteczności publicznej - biura). Należy zamontować 4 kotły dwufunkcyjne gazowe (na parterze – 2 szt., jeden kocioł będzie zasilał lokal mieszkalny, drugi na potrzeby biur, na I piętrze jeden kocioł dla potrzeb biur, II piętro – jeden kocioł dla potrzeb biur).
Ulepszenie sprawności przesyłu η_d	Montaż instalacji c.o. wraz z izolacją według WT.
Ulepszenie sprawności regulacji η_e	montaż grzejników wraz z zaworami termostatycznymi i głowicami termostatycznymi.
Ulepszenie sprawności akumulacji η_s	Brak zmian.
Ulepszenie dotyczące przerw w ogrzewaniu w_t i w_d	Zawory termostatyczne.

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 przegrody Strop wewnętrzny do poddasza	29921,47 zł	1,71
2.	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	33702,00 zł	2,93
3.	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	80772,61 zł	10,87
4.	Modernizacja przegrody Dach	14268,00 zł	11,10
5.	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny	8411,23 zł	18,79
6.	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	50757,35 zł	19,44
7.	Modernizacja przegrody Podłoga na gruncie	23682,91 zł	19,61
8.	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	100519,83 zł	21,59
9.	Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	11306,94 zł	23,47
	Modernizacja systemu grzewczego	90528,00	13,96

7.2 Określenie kosztów poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant 1		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny do poddasza	29921,47
2	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	33702,00
3	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	80772,61
4	Modernizacja przegrody Dach	14268,00
5	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny	8411,23
6	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	50757,35
7	Modernizacja przegrody Podłoga na gruncie	23682,91
8	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	100519,83
9	Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	11306,94
10	Modernizacja systemu grzewczego	90528,00
Całkowity koszt		443870,35

Wariant 2		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny do poddasza	29921,47
2	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	33702,00
3	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	80772,61
4	Modernizacja przegrody Dach	14268,00
5	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny	8411,23
6	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	50757,35
7	Modernizacja przegrody Podłoga na gruncie	23682,91
8	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	100519,83
9	Modernizacja systemu grzewczego	90528,00
Całkowity koszt		432563,41

Wariant 3		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny do poddasza	29921,47
2	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	33702,00
3	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	80772,61
4	Modernizacja przegrody Dach	14268,00
5	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny	8411,23
6	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	50757,35
7	Modernizacja przegrody Podłoga na gruncie	23682,91
8	Modernizacja systemu grzewczego	90528,00
Całkowity koszt		332043,58

Wariant 4		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny do poddasza	29921,47
2	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	33702,00
3	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	80772,61
4	Modernizacja przegrody Dach	14268,00
5	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny	8411,23
6	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	50757,35
7	Modernizacja systemu grzewczego	90528,00
Całkowity koszt		308360,67

Wariant 5		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny do poddasza	29921,47
2	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	33702,00
3	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	80772,61
4	Modernizacja przegrody Dach	14268,00
5	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny	8411,23
6	Modernizacja systemu grzewczego	90528,00
Całkowity koszt		257603,31

Wariant 6		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny do poddasza	29921,47
2	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	33702,00
3	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	80772,61
4	Modernizacja przegrody Dach	14268,00
5	Modernizacja systemu grzewczego	90528,00
Całkowity koszt		249192,08

Wariant 7		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny do poddasza	29921,47
2	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	33702,00
3	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	80772,61
4	Modernizacja systemu grzewczego	90528,00
Całkowity koszt		234924,08

Wariant 8		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny do poddasza	29921,47
2	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	33702,00
3	Modernizacja systemu grzewczego	90528,00
Całkowity koszt		154151,47

Wariant 9		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny do poddasza	29921,47
2	Modernizacja systemu grzewczego	90528,00
Całkowity koszt		120449,47

Wariant 10		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu grzewczego	90528,00
Całkowity koszt		90528,00

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	0,0446	388,31	20,00	505,77	1517,31	1517,31	1517,31	32,13	0,40
1	0,0160	91,72	20,00	505,77	1517,31	1517,31	1517,31	0,37	0,40
2	0,0163	94,00	20,00	505,77	1517,31	1517,31	1517,31	0,37	0,40
3	0,0197	122,60	20,00	505,77	1517,31	1517,31	1517,31	0,37	0,40
4	0,0201	126,25	20,00	505,77	1517,31	1517,31	1517,31	2,12	0,40
5	0,0257	175,86	20,00	505,77	1517,31	1517,31	1517,31	5,85	0,40
6	0,0257	177,41	20,00	505,77	1517,31	1517,31	1517,31	6,19	0,40
7	0,0285	202,51	20,00	505,77	1517,31	1517,31	1517,31	8,02	0,40
8	0,0446	352,50	20,00	505,77	1517,31	1517,31	1517,31	18,63	0,40
9	0,0446	352,50	20,00	505,77	1517,31	1517,31	1517,31	18,63	0,40
10	0,0446	388,31	20,00	505,77	1517,31	1517,31	1517,31	32,13	0,40

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 MW	GJ MW	-	-	-	GJ	zł	zł	%
0	388,31 0,0446	77,86 0,0024	0,56	1,00	1,00	771,27	44671,95	---	---
1	91,72 0,0160	24,50 0,0008	0,80	1,00	0,95	133,42	7698,19	36973,76	82,77
2	94,00 0,0163	24,50 0,0008	0,80	1,00	0,95	136,13	7851,16	36820,79	82,42
3	122,60 0,0197	24,50 0,0008	0,80	1,00	0,95	170,09	9741,18	34930,77	78,19
4	126,25 0,0201	24,50 0,0008	0,80	1,00	0,95	174,42	9979,70	34692,25	77,66
5	175,86 0,0257	24,50 0,0008	0,80	1,00	0,95	233,33	13234,52	31437,43	70,37
6	177,41 0,0257	24,50 0,0008	0,80	1,00	0,95	235,17	13322,32	31349,63	70,18
7	202,51 0,0285	24,50 0,0008	0,80	1,00	0,95	264,98	14966,44	29705,51	66,50
8	352,50 0,0446	24,50 0,0008	0,80	1,00	0,95	443,09	24741,02	19930,93	44,62
9	352,50 0,0446	77,86 0,0024	0,80	1,00	0,95	496,45	27413,36	17258,60	38,63
10	388,31 0,0446	77,86 0,0024	0,80	1,00	0,95	538,98	29441,77	15230,18	34,09

7.5. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Wariant	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii ΔO	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu	Premia termomodernizacyjna		
					20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii
1	443870,35 zł	36973,76	82,70%	88774,10 20,00%	71019,25	71019,26	73947,53
				355096,25 80,00%			
2	432563,41 zł	36820,79	82,35%	88774,10 20,52%	68757,86	69210,15	73641,58
				343789,31 79,48%			
3	332043,58 zł	34930,77	77,95%	88774,10 26,74%	48653,90	53126,97	69861,54
				243269,48 73,26%			
4	308360,67 zł	34692,25	77,39%	88774,10 28,79%	43917,31	49337,71	69384,51
				219586,57 71,21%			
5	257603,31 zł	31437,43	69,75%	88774,10 34,46%	33765,84	41216,53	62874,86
				168829,21 65,54%			
6	249192,08 zł	31349,63	69,51%	88774,10 35,62%	32083,60	39870,73	62699,27
				160417,98 64,38%			
7	234924,08 zł	29705,51	65,64%	88774,10 37,79%	29230,00	37587,85	59411,03
				146149,98 62,21%			
8	154151,47 zł	19930,93	42,55%	88774,10 57,59%	13075,47	24664,24	39861,87
				65377,37 42,41%			
9	120449,47 zł	17258,60	35,63%	88774,10 73,70%	6335,07	19271,92	34517,19
				31675,37 26,30%			
10	90528,00 zł	15230,18	30,12%	88774,10 98,06%	350,78	14484,48	30460,37
				1753,90 1,94%			

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 88774,10 zł

7.6. Charakterystyka optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

- planowany koszt całkowity	---	443870,35 zł		
- planowana kwota środków własnych	---	88774,10 zł		
- planowana kwota kredytu	---	355096,25 zł		
- przewidywana premia termomodernizacyjna	---	71019,25 zł		
- roczne oszczędności kosztów energii	---	36973,76 zł	tj.	82,77 %

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

P1

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny do poddasza**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 24 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Wełna mineralna

Uwagi:

P2

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna 1**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 18 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Styropian 12

Uwagi:

Brak uwag.

P3

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Dach**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 21 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Wełna mineralna

Uwagi:

Brak uwag.

P4

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny nad piwnicą**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 12 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Styropian

Uwagi:

Brak uwag.

P5

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna 2 (docieplana od środka)**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 19 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyta izolacyjna MULTIPOR.

Uwagi:

Ściana frontowa ocieplana od środka płytami izolacyjnymi – MULTIPOR. Konserwator Zabytków wyraził zgodę na docieplenie ściany frontowej tylko od wewnątrz.

P6

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Podłoga na gruncie**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 12 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Styropian

Uwagi:

Brak uwag.

O1

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'**

Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: 0,900 W/(m²•K)

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

Uwagi:

Brak uwag.

O2

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'**

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

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

Uwagi:

Brak uwag.

C.W.U.

Usprawnienie: **modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych: montaż kotłów gazowych dwufunkcyjnych, instalacji ciepłej wody użytkowej wraz z zaizolowaniem przewodów według WT.

Uwagi:

Budynek w większej części po termomodernizacji zmieni swoje przeznaczenie (zostanie jeden lokal mieszkalny zasilany kotłem dwu-funkcyjnym gazowym, pozostała powierzchnia budynku będzie przeznaczona na potrzeby użyteczności publicznej - biura). Należy zamontować 4 kotły dwu-funkcyjne gazowe (na parterze – 2 szt. , jeden kocioł będzie zasilał lokal mieszkalny, drugi na potrzeby biur, na I piętrze jeden kocioł dla potrzeb biur, II piętro – jeden kocioł dla potrzeb biur).

C.O.

Usprawnienie: **modernizacja instalacji grzewczej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych: montaż kotłów dwufunkcyjnych, montaż instalacji centralnego ogrzewania wraz z zaizolowaniem przewodów według WT, montaż grzejników wraz z zaworami termostatycznymi i głowicami termostatycznymi.

Uwagi:

Budynek w większej części po termomodernizacji zmieni swoje przeznaczenie (zostanie jeden lokal mieszkalny zasilany kotłem dwu-funkcyjnym gazowym, pozostała powierzchnia budynku będzie przeznaczona na potrzeby użyteczności publicznej - biura). Należy zamontować 4 kotły dwu-funkcyjne gazowe (na parterze – 2 szt. , jeden kocioł będzie zasilał lokal mieszkalny, drugi na potrzeby biur, na I piętrze jeden kocioł dla potrzeb biur, II piętro – jeden kocioł dla potrzeb biur).

9. Efekt ekologiczny, dokumentacja techniczna budynku.

Tabela nr 1 - Redukcja emisji pyłów

Źródło ogrzewania:

1. Stan istniejący - c.o. - piece kaflowe, c.w.u. - podgrzewacze elektryczne
 2. Po modernizacji: c.o. i c.w.u. - kotły gazowe dwufunkcyjne
- Dla oświetlenia (energia elektryczna) brak pyłów PM 2,5 i PM 10.

Rodzaj zanieczyszczenia	Rodzaj paliwa		Jednostka a [g/GJ]	Stan przed modernizacją		Stan po modernizacji		Redukcja emisji [kgPM10/rok, kgPM2,5/rok]	Procent redukcji emisji [%]
				Energia końcowa [GJ]	Emisja [kgPM10/rok] [kgPM2,5/rok]	Energia końcowa [GJ]	Emisja [kgPM10/rok] [kgPM10/rok]		
Pył PM 10	Kocioł na paliwo stałe		225	693,41	156,02	----	----	155,94	99,94
	Kocioł na gaz ziemny		0,5	----	----	108,92	0,05		
	c.w.u.	Energia elektryczna	0	77.86	0	----	----		
		Kocioł na gaz ziemny	0,5	----	----	24,50	0,03		
Pył PM 2,5	Kocioł na paliwo stałe		201	693,41	159,37	----	----	159,29	99,92
	Kocioł na gaz ziemny		0,5	----	----	108,92	0,05		
	c.w.u.	Energia elektryczna	0	77,86	0	----	----		
		Kocioł na gaz ziemny	0,5	----	----	24,50	0,03		

Tabela nr 2 - Szacowany roczny spadek emisji gazów cieplarnianych

Nośnik energii w budynku		Współczynnik emisyjności [MgCO ₂ /MWh]	Zapotrzebowanie na energię końcową				Roczna emisja CO ₂ [MgCO ₂ /rok]	Razem	Szacunkowy roczny spadek emisji CO ₂
			Stan przed modernizacją		Stan po modernizacji				
			[GJ/rok]	[MWh/rok]	[GJ/rok]	[MWh/rok]	[MgCO ₂ /rok]		
Piece kaflowe (c.o.)	Węgiel kamienny	0,3	693,41	192,61	----	----	57,78	106,40	87,73
C.w.u.	Energia elektryczna	0,812	77,86	21,63	----	----	17,56		
Oświetlenie			137,70	38,25	----	----	31,06		
Piece gazowe (c.o.)	Gaz ziemny	0,3	----	----	108,92	28,92	8,67	18,67	
Piece gazowe - (c.w.u.)			----	----	24,50	5,60	1,72		
Oświetlenie	Energia elektryczna	0,812	----	----	36,72	10,20	8,28		

10. Uwagi

Z uwagi, że niniejszy audyt energetyczny został opracowany zgodnie z *Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz Rozporządzenia Ministra i Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 września 2015 r. zmieniającego rozporządzenie sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego*, a wariant optymalny

termomodernizacji spełnia wymogi Ustawy z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów, opracowanie może zostać wykorzystane jako załącznik do wniosku o dofinansowanie (pożyczki o preferencyjnym oprocentowaniu, dotacje) ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej oraz projektów realizowanych w ramach Regionalnych Programów Operacyjnych.

Załącznik nr 1. - dokumentacja techniczna budynku

RAPORT OBLICZEŃ CIEPLNYCH BUDYNKU	
 GENERALNY DYSTRYBUTOR ArCADiasoft	
NAZWA OBIEKTU:	Budynek wielorodzinny
ADRES:	ul. Jana Pawła II 4
KOD, MIEJSCOWOŚĆ:	86-050, Solec Kujawski
NAZWA INWESTORA:	Gmina Solec Kujawski
ADRES:	ul. 23 Stycznia 7
KOD, MIEJSCOWOŚĆ:	85-050, Solec Kujawski
NAZWA JEDNOSTKI PROJEKTOWEJ:	ZPU ENERGY Leszek Kryspin
ADRES:	ul. B. Czecha 1/1
KOD, MIEJSCOWOŚĆ:	85-794, Bydgoszcz
Bydgoszcz, 2017-04-28	

1. Obliczenia wartości współczynników U elementów budowlanych
2. Obliczenia współczynników straty ciepła dla stref
3. Zestawienie obliczeniowych współczynników strat ciepła przez przenikanie
4. Zestawienie obliczeniowych strumieni powietrza
5. Obliczenia zysków ciepła od słońca
6. Obliczenia wewnętrznych zysków ciepła
7. Obliczenia pojemności cieplnej
8. Zestawienie stref

Obliczenia wartości współczynników U elementów budowlanych

Obliczenia wartości współczynników U elementów budowlanych

Kody Element Materiał		Opis	d	λ	R	U_c
			m	W/(m•K)	m ² •K/W	W/(m ² •K)
1	Ściana zewnętrzna 1, przegroda jednorodna					
	60	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,04	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,820	0,024	-
	2	Cegła pełna zwykła	0,370	0,760	0,487	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,820	0,024	-
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,13	-
	Grubość całkowita i U_k		0,41	-	0,71	1,42
2	Dach, przegroda jednorodna					
	62	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,04	-
	3	Papa	0,004	0,180	0,022	-
	4	Deska	0,025	0,180	0,139	-
	5	Wełna mineralna	0,020	0,040	0,500	-
	4	Deska	0,025	0,180	0,139	-
	63	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,10	-
Grubość całkowita i U_k		0,07	-	0,94	1,06	

Kody Element Materiał		Opis	<i>d</i>	<i>λ</i>	<i>R</i>	<i>U_c</i>
			m	W/(m•K)	m ² •K/W	W/(m ² •K)
3	Podłoga na gruncie, przegroda jednorodna					
	64	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w dół)			0,00	-
	4	Deska	0,020	0,180	0,111	-
	6	Płyty z trzciny	0,010	0,070	0,143	-
	7	Beton	0,250	0,720	0,347	-
	8	Piasek	0,150	0,400	0,375	-
	65	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w dół)			0,17	-
	Grubość całkowita i <i>U_k</i>		0,43	-	1,15	0,87
4	Strop wewnętrzny, przegroda jednorodna					
	63	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,10	-
	4	Deska	0,020	0,180	0,111	-
	6	Płyty z trzciny	0,010	0,070	0,143	-
	9	Cegła pełna zwykła	0,500	0,780	0,641	-
	63	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,10	-
	Grubość całkowita i <i>U_k</i>		0,53	-	1,09	0,91
5	Okno zewnętrzne, przegroda jednorodna					
	Grubość całkowita i <i>U_k</i>		-	-	-	2,6
6	Drzwi zewnętrzne, przegroda jednorodna					
	Grubość całkowita i <i>U_k</i>		-	-	-	2,5

Kody Element Materiał		Opis	<i>d</i>	<i>λ</i>	<i>R</i>	<i>U_c</i>
			m	W/(m•K)	m ² •K/W	W/(m ² •K)
7	Strop wewnętrzny do poddasza, przegroda jednorodna					
	63	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,10	-
	4	Deska	0,002	0,180	0,011	-
	6	Płyty z trzciny	0,001	0,070	0,014	-
	4	Deska	0,002	0,180	0,011	-
	63	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,10	-
	Grubość całkowita i <i>U_k</i>		0,01	-	0,24	4,23
8	Ściana zewnętrzna 2, przegroda jednorodna					
	60	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,04	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,820	0,024	-
	2	Cegła pełna zwykła	0,370	0,760	0,487	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,820	0,024	-
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,13	-
	Grubość całkowita i <i>U_k</i>		0,41	-	0,71	1,42

Obliczenia straty ciepła przez przenikanie dla strefy					
Straty ciepła bezpośrednio do otoczenia					
Kod	Element budowlany	Ilość	A_{obl}	U	$A_{obl} \cdot U$
		szt.	m ²	W/(m ² ·K)	W/K
8	Ściana zewnętrzna	1	121,37	1,42	172,01
6	Drzwi zewnętrzne	1	4,03	2,50	10,07
5	Okno zewnętrzne	1	25,84	2,60	67,18
1	Ściana zewnętrzna	1	110,96	1,42	157,25
5	Okno zewnętrzne	1	0,40	2,60	1,04
1	Ściana zewnętrzna	1	113,81	1,42	161,28

1	Ściana zewnętrzna	1	107,06	1,42	151,72	
5	Okno zewnętrzne	1	4,30	2,60	11,18	
2	Dach	1	80,00	1,06	85,11	
5	Okno zewnętrzne	8	1,98	2,60	5,14	
5	Okno zewnętrzne	2	2,07	2,60	5,39	
5	Okno zewnętrzne	1	2,22	2,60	5,77	
6	Drzwi zewnętrzne	1	2,05	2,50	5,13	
1	Ściana zewnętrzna	2	6,90	1,42	9,78	
Suma elementów pomieszczenia		ΣA _{obl} •U		W/K	899,21	
Współczynnik całkowitych strat ciepła bezpośrednio do otoczenia		H _{T,i} = Σ A _{obl} •U+Σ Ψ _k •l _k			W/K	899,21
Straty ciepła przez grunt						
Obliczenie B'		A _g	P	B'=2•A _g /P		
		m ²	m	m		
		120,34	54,60	4,41		
Kod	Element budowlany	U _k	U _{equiv}	A _k	A _k •U _{equiv}	
		W/(m ² •K)	W/(m ² •K)	-	W/K	
3	Podłoga na gruncie	0,87	0,40	120,34	48,08	
Suma równoważnych elementów budynku		Σ A _k •U _{equiv,k}		W/K	48,08	
Współczynniki poprawkowe		f _{g1}	f _{g2}	G _w	f _{g1} •f _{g2} •G _w	
		-	-	-	-	
		1,45	0,32	1,00	0,46	
Współczynnik całkowitych strat ciepła przez grunt		H _{t,ig} =(Σ A _k •U _{equiv})•f _{g1} •f _{g2} •G _w			W/K	22,20
Strata ciepła przez pomieszczenia sąsiadujące						
Kod	Element budowlany	A _{obl}	U	f _{ij}	A _{obl} •U•f _{ij}	
		m ²	W/(m ² •K)	-	W/K	
4	Strop wewnętrzny	42,74	0,91	0,16	6,21	
7	Strop wewnętrzny do poddasza	152,04	4,23	0,16	102,35	
Suma elementów pomieszczenia		Σ A _{obl} •U•f _{ij}		W/K	108,56	
Współczynnik całk. strat ciepła przez pomieszczenia sąsiadujące		H _{T,ij} = Σ A _{obl} •U•f _{ij} +Σ Ψ _k •l _k •f _{ij}			W/K	108,56
Suma współczynników strat ciepła		H _{T,i} =H _{T,ie} +H _{T,iue} +H _{T,ig} +H _{T,ij}			W/K	1029,97
Dane temperaturowe						
Projektowa temperatura zewnętrzna			θ _e	°C	-18,00	
Projektowa temperatura wewnętrzna			θ _{int,i}	°C	20,00	
Projektowa różnica temperatury			θ _{int,i} -θ _e	°C	38,00	

Projektowe straty ciepła przez przenikanie $\Phi_{T,i}=H_{T,i}(\theta_{int,i}-\theta_e)$	W	39138,9
--	---	---------

Zestawienie uproszczonych współ. strat ciepła

Zestawienie obliczeniowych współczynników strat ciepła przez przenikanie dla Strefa O1

Kod	Typ przegrody	Symbol	Nazwa	A	U	H _{tr,s}	H _%
-	-	-	-	m ²	W/(m ² •K)	W/K	%
1	Ściana zewnętrzna	SZ 2	Ściana zewnętrzna	121,37	1,42	172,01	16,70
1	Drzwi zewnętrzne	DZ 1	Drzwi zewnętrzne	6,08	2,50	15,20	1,48
1	Okno zewnętrzne	OZ 1	Okno zewnętrzne	52,72	2,60	137,08	13,31
1	Ściana zewnętrzna	SZ 1	Ściana zewnętrzna	345,63	1,42	489,82	47,56
1	Strop wewnętrzny	STW 1	Strop wewnętrzny	42,74	0,91	6,21	0,60
1	Podłoga na gruncie	PG 2	Podłoga na gruncie	120,34	0,87	22,20	2,16
1	Dach	D 1	Dach	80,00	1,06	85,11	8,26
1	Strop wewnętrzny	STW 2	Strop wewnętrzny do poddasza	152,04	4,23	102,35	9,94
Całkowity współczynnik strat ciepła przez przenikanie					H _{tr,s}	1029,97	W/K

Zestawienie obliczeniowych strumieni powietrza

Zestawienie obliczeniowych strumieni powietrza dla Strefa O1

Rodzaj budynku:	Dom wielorodzinny						
Wentylacja grawitacyjna							
	A _f	V	V _{ve,1}	b _{ve,1}	V _{ve,2}	b _{ve,2}	H _{ve}
-	m ²	m ³	m ³ /h	-	m ³ /h	-	W/K
1 Mieszkania	505,77	1517,31	782,93	1,00	455,19	1,00	412,71

Obliczenia zysków ciepła od słońca

Obliczenia zysków ciepła od słońca dla Strefa O1

Kod	Element					Symbol		Kierunek		A	Z	g	C
-	-					-		-		m ²	-	-	-
0	OZ 1-Okno zewnętrzne					OZ 1		S		25,84	1,00	0,70	0,95
Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	-
I _{sol}	31,41	42,38	77,90	89,45	112,94	106,17	102,14	96,60	79,68	45,89	27,82	16,09	kW/(m ² •m-c)
Q _{sol}	539,67	728,31	1338,67	1537,04	1940,73	1824,43	1755,12	1659,97	1369,17	788,57	478,12	276,48	kWh/m-c

Kod	Element					Symbol		Kierunek		A	Z	g	C
-	-					-		-		m ²	-	-	-
1	OZ 1-Okno zewnętrzne					OZ 1		E		0,40	1,00	0,70	0,95
Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	-
I _{sol}	19,40	26,08	55,46	80,29	116,76	111,80	107,56	94,18	64,26	36,06	21,10	15,45	kW/(m ² •m-c)
Q _{sol}	5,16	6,94	14,75	21,36	31,06	29,74	28,61	25,05	17,09	9,59	5,61	4,11	kWh/m-c

Kod	Element					Symbol		Kierunek		A	Z	g	C
-	-					-		-		m ²	-	-	-
2	OZ 1-Okno zewnętrzne					OZ 1		W		4,30	1,00	0,70	0,95
Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	-
I _{sol}	19,00	24,37	51,79	79,31	104,44	103,56	99,51	90,20	63,17	37,51	21,92	15,45	kW/(m ² •m-c)
Q _{sol}	54,34	69,67	148,10	226,78	298,64	296,13	284,55	257,94	180,65	107,25	62,69	44,19	kWh/m-c

Kod	Element					Symbol		Kierunek		A	Z	g	C
-	-					-		-		m ²	-	-	-
3	OZ 1-Okno zewnętrzne					OZ 1		N		22,18	1,00	0,70	0,95
Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	-
I _{sol}	18,15	21,64	41,38	68,26	89,37	96,02	91,74	78,41	53,93	33,96	20,58	15,42	kW/(m ² •m-c)

Q_{sol}	267,7 9	319,2 2	610,4 0	1007, 00	1318, 51	1416, 50	1353, 39	1156, 72	795,6 5	501,0 5	303,5 7	227,4 6	kWh/m-c
-----------	------------	------------	------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	------------	------------	------------	------------	---------

Obliczenia wewnętrznych zysków ciepła

Obliczenia zbiorcze dla strefy

Obliczenia pojemności cieplnej dla Strefa O1

I. Przegrody zewnętrzne

Nazwa przegrody	Symbol	Nazwa warstwy	C _p	ρ	d	A _{obl}	C _m
			J/(kg*K)	kg/m ³	m	m ²	kJ/K
Ściana zewnętrzna	SZ 2	Od strony wewnętrznej					
		Tynk lub gładź cementowo-wapienna	840	1850	0,020	121,3 7	3772
		Cegła pełna zwykła	880	1800	0,080	121,3 7	15380
Całkowita pojemność cieplna przegrody C _m =Σ _j Σ _i (c _{pij} *ρ _{ij} *d _{ij} *A _j)=							19152
Ściana zewnętrzna	SZ 1	Od strony wewnętrznej					
		Tynk lub gładź cementowo-wapienna	840	1850	0,020	345,6 3	10742
		Cegła pełna zwykła	880	1800	0,080	345,6 3	43798
Całkowita pojemność cieplna przegrody C _m =Σ _j Σ _i (c _{pij} *ρ _{ij} *d _{ij} *A _j)=							54540
Podłoga na gruncie	PG 2	Od strony wewnętrznej					
		Piasek średni	840	1650	0,100	120,3 4	16679
Całkowita pojemność cieplna przegrody C _m =Σ _j Σ _i (c _{pij} *ρ _{ij} *d _{ij} *A _j)=							16679
Dach	D 1	Od strony wewnętrznej					
		Płyta pilśniowa twarda	2510	1000	0,025	80,00	5020
		Wełna mineralna granulowana 40	750	40	0,020	80,00	48
		Płyta pilśniowa twarda	2510	1000	0,025	80,00	5020
		Papa podwójnie bez posypania żwirkiem	1460	1000	0,004	80,00	467
Całkowita pojemność cieplna przegrody C _m =Σ _j Σ _i (c _{pij} *ρ _{ij} *d _{ij} *A _j)=							10555
II. Przegrody wewnętrzne sąsiadujące z innymi strefami							
Nazwa przegrody	Symbol	Nazwa warstwy	C _p	ρ	d	A _{obl}	C _m
			J/(kg*K)	kg/m ³	m	m ²	kJ/K

Strop wewnętrzny	STW 1	Od strony wewnętrznej					
		Cegła pełna zwykła	880	1800	0,100	42,74	6770
Całkowita pojemność cieplna przegrody $C_m=\sum_j \sum_i (c_{pij} \cdot \rho_{ij} \cdot d_{ij} \cdot A_j)=$						6770	
Strop wewnętrzny do poddasza	STW 2	Od strony wewnętrznej					
		Płyta pilśniowa twarda	2510	1000	0,002	152,0 4	763
		Płyty z trzciny	1460	250	0,001	152,0 4	55
		Płyta pilśniowa twarda	2510	1000	0,002	152,0 4	763
Całkowita pojemność cieplna przegrody $C_m=\sum_j \sum_i (c_{pij} \cdot \rho_{ij} \cdot d_{ij} \cdot A_j)=$						1582	

Zestawienie całkowitej pojemności cieplnej strefy		
Nazwa przegrody	Wartość	Jednostka
I. Przegrody zewnętrzne	100926324	J/K
II. Przegrody wewnętrzne sąsiadujące z innymi strefami	8351992	J/K
Całkowita pojemność cieplna strefy $C_m =$	109278317	J/K









Obliczenia zbiorcze dla strefy Strefa O1												
Temperatura wewnętrzna strefy									θ_i	20,00	°C	
Pole powierzchni pomieszczeń o regulowanej temperaturze									A_f	505,8	m ²	
Obciążenia cieplne pomieszczeń zyskami wewnętrznymi									q_{int}	7,1	W/m ²	
Pojemność cieplna budynku									C_m	83452050	J/K	
Stała czasowa budynku									τ	16,1	h	
Udział granicznych potrzeb ciepła									$\gamma_{H,lim}$	1,5	-	
-									a_H	2,1	-	
Obliczenia miesięcznego zapotrzebowania na energię do ogrzewania i wentylacji $Q_{H,nd,n}$ kWh/m-c												
Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Średnia temperatura zewnętrzna θ_e , °C	-0,7	0,0	0,0	6,6	14,2	14,5	17,3	16,4	11,0	8,1	5,2	1,9
Liczba godzin w miesiącu t_m , h	744	672	744	720	744	720	744	744	720	744	720	744
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie $Q_{H,th}=10^{-3} \cdot H_{tr} \cdot (\theta_i - \theta_e) \cdot t_m$ kWh/m-c	2221 8	1939 0	2146 7	1391 9	6225	5713	2898	3864	9349	1277 3	1537 3	1942 8
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie z strefami ogrzewanymi $Q_{H,zy}=10^{-3} \cdot H_{zy} \cdot (\theta_i - \theta_{i,yz}) \cdot t_m$ kWh/m-c	2605, 34	2353, 21	2605, 34	2521, 30	2605, 34	2521, 30	2605, 34	2605, 34	2521, 30	2605, 34	2521, 30	2605, 34
Miesięczna strata ciepła przez	2482	2174	2407	1644	8831	8234	5503	6469	1187	1537	1789	2203


przenikanie $Q_{H,ht}=Q_{H,t}+Q_{H,zy}$ kWh/m-c	4	3	2	0					0	8	5	3
Miesięczne zyski ciepła od nasłonecznienia Q_{sol} , kWh/m-c	867	1124	2112	2792	3589	3567	3422	3100	2363	1406	850	552
Miesięczne wewnętrzne zyski ciepła $Q_{int}=q_{int}\cdot 10^{-3}\cdot A_f\cdot t_m$ kWh/m-c	2672	2413	2672	2585	2672	2585	2672	2672	2585	2672	2585	2672
Miesięczne zyski ciepła $Q_{H,gn}=Q_{sol}+Q_{int}$ kWh/m-c	3539	3537	4784	5378	6261	6152	6093	5771	4948	4078	3435	3224
$\gamma_H=Q_{H,gn}/Q_{H,ht}$	0,16	0,18	0,22	0,39	1,01	1,08	2,10	1,49	0,53	0,32	0,22	0,17
$\gamma_{H,1}$	0,16	0,17	0,20	0,30	0,70	0,00	0,00	0,00	0,42	0,27	0,19	0,16
$\gamma_{H,2}$	0,17	0,20	0,30	0,70	1,04	0,00	0,00	0,00	1,01	0,42	0,27	0,19
$f_{H,m}$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Współczynnik wykorzystania zysków ciepła, $\eta_{H,gn}$	0,98	0,98	0,96	0,91	0,67	0,65	0,42	0,53	0,85	0,93	0,96	0,98
Miesięczne zapotrzebowanie na energię $Q_{H,nd,n}=Q_{H,ht} - \eta_{H,gn}\cdot Q_{H,gn}$ kWh/m-c	1874 6,24	1593 8,08	1685 1,04	9027, 87	2015, 23	1719, 50	363,1 0	785,3 8	5127, 05	8963, 74	1205 8,68	1626 9,21
Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową dla ogrzewania i wentylacji $Q_{H,nd}=\Sigma(Q_{H,nd,n})$, kWh/rok											107865,1	

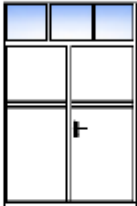

Zestawienie stref

Zestawienie stref					
Numer strefy	Nazwa strefy	A	V	t	Zapotrzebowanie na ciepło
	-	m ²	m ³	°C	kWh/rok
1	Strefa O1	505,77	1517,31	20,00	107865,12
Całkowite zapotrzebowanie strefy $Q_{H,nd}$ [kWh/rok]					107865,12

Zestawienie stolarki

Lp.	typ	ilość		wymiary	
				szer	wys
1	O1 - el.pd	11,00		103,00	192,00
2	O2 - el.pd	2,00		95,00	118,00
3	O3 - el.pd	2,00		75,00	121,00
4	O1 - el.pn	8,00		103,00	192,00
5	O4 - el.pn	3,00		32,00	35,00
6	O5 - el.pn	3,00		130,00	148,00
7	O5 - el.zach	2,00		85,00	136,00
8	O1 - el.zach	1,00		103,00	192,00

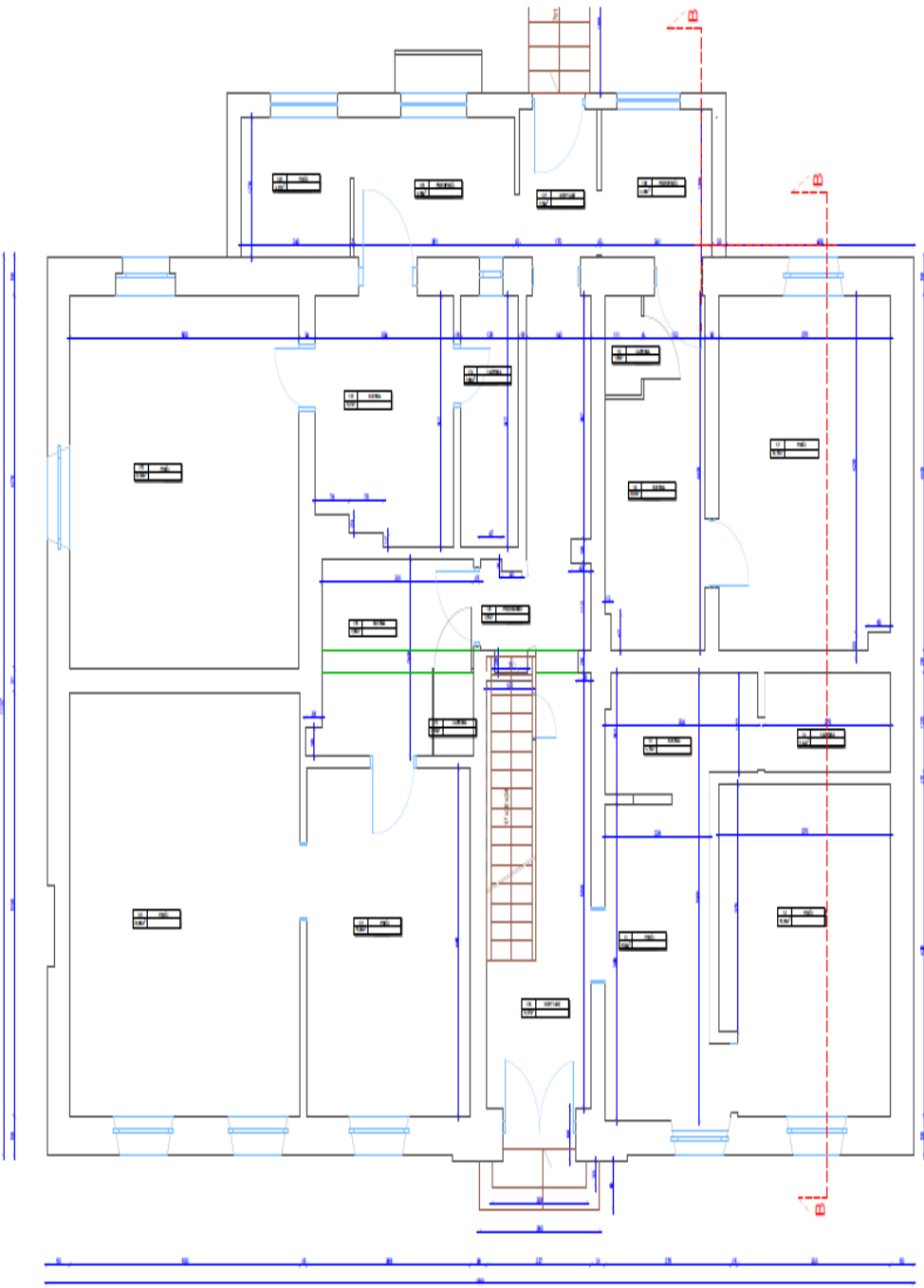
9	O6 - el.wsch	2,00		25,00	80,00
		34,00			

1	drzwi frontowe	1,00		158,00	255,00
2	drzwi przybudówki	1,00		100,00	205,00
		2,00			

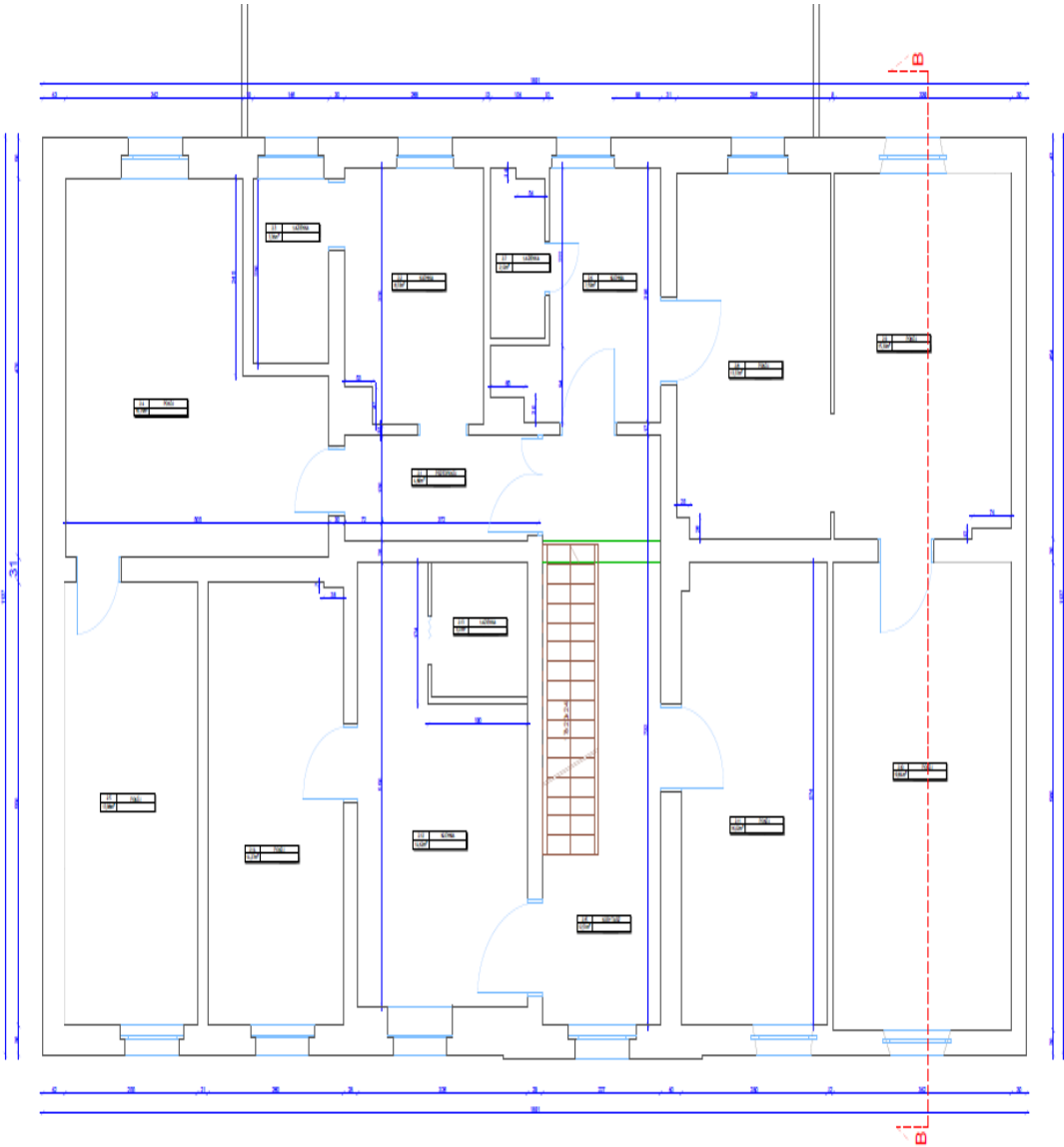
BUDYNEK przy ul. Jana Pawła II nr 4
ZESTAWIENIE WSKAŹNIKÓW EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ DLA BUDYNKU DLA
WYBRANEGO WARIANTU OPTYMALNEGO

	jednostka	Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji	Oszczędność energii/ redukcja zanieczyszczeń
1	2	3	4	5
Zapotrzebowanie na energię ciepłą (c.o. + c.w.u.)	GJ/rok	771,27	133,42	637,85
	kWh/rok	214235,67	37060,07	177175,59
Zapotrzebowanie na energię elektryczną	GJ/rok	137,7	36,72	100,98
	kWh/rok	38248,93	10199,71	28049,21
Zapotrzebowanie na energię ciepłą (c.o. + c.w.u. + en. elektryczna)	GJ/rok	908,97	170,14	738,83
	kWh/rok	252484,60	47259,79	205224,81
Oszczędność energii (c.o.+c.w.u.+ en. elektr.)	%			81,28%
Roczne zużycie energii pierwotnej (c.o. + c.w.u.)	GJ/rok	1002,65	173,45	829,21
	kWh/rok	278506,37	48178,10	230328,27
Roczne zużycie energii pierwotnej (en. elektryczna na potrzeby oświetlenia)	GJ/rok	413,10	110,16	302,94
	kWh/rok	114746,787	30599,14	84147,6438
Roczna emisja gazów cieplarnianych	ton równoważnika CO ₂ /rok	49,460	11,860	37,600
	%			76,02%
Roczna emisja pyłów PM10	kg/rok	29,91	9,24	20,67
	%			69,11%
Roczna emisja pyłów PM2,5	kg/rok			
	%			

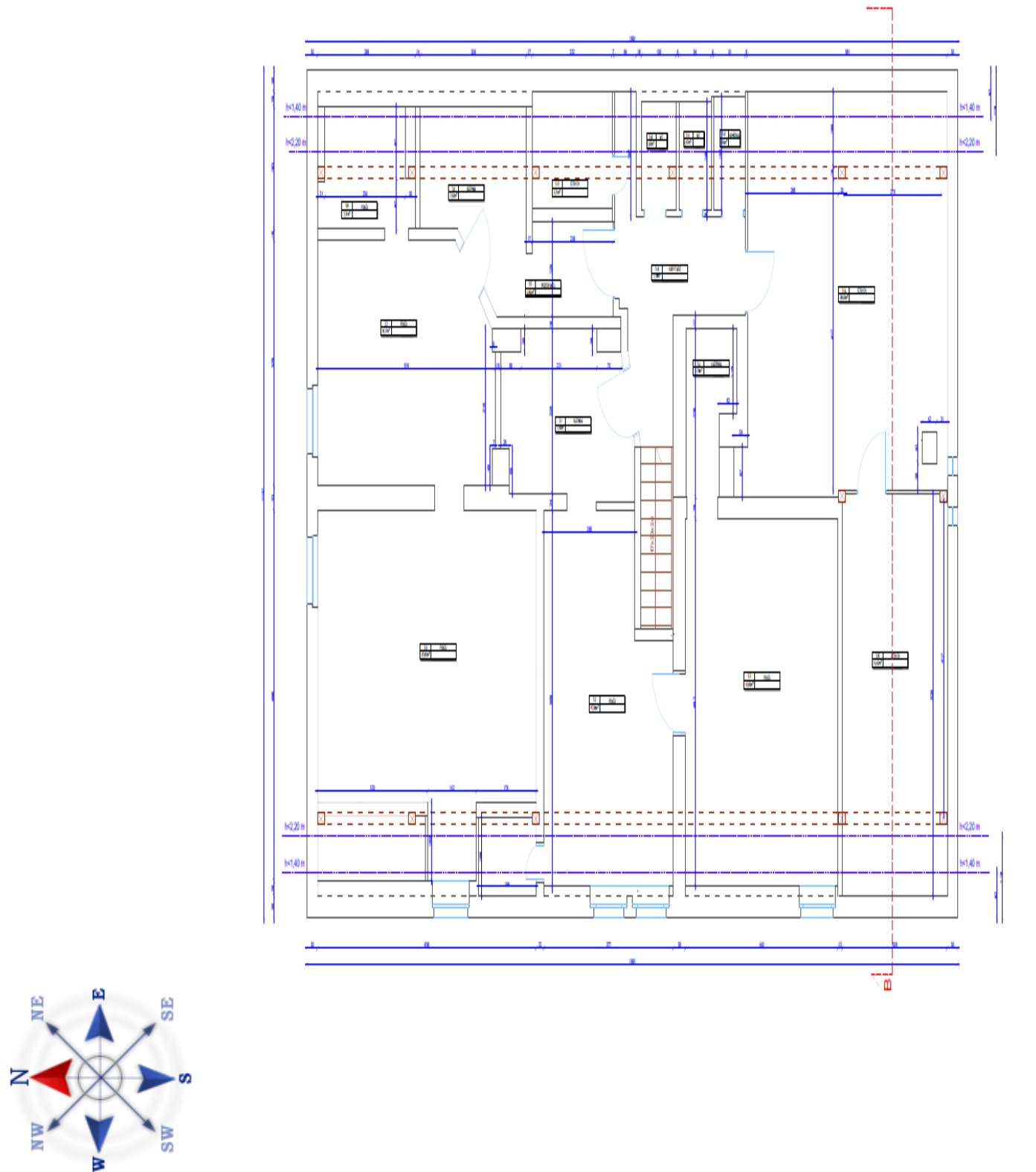
Rzut parteru



Rzut piętra



Rzut poddasza



Przekrój

