

1. STRONA TYTUŁOWA

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Budynek użyteczności publicznej	1.2 Rok rozpoczęcia budowy	Połowa XVIII w.
1.3 Właściciel lub zarządca (nazwa lub imię i nazwisko, adres)	Gmina Tykocin ul. Złota 2 kod: 16 – 080; miejscowość: Tykocin województwo: podlaskie tel. /85/ 718 16 27	1.4 Adres budynku	Urząd Miejski w Tykocinie ul. Złota 2 kod: 16-080; miejscowość: Tykocin województwo: podlaskie
2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:			
<p>Narodowa Agencja Poszanowania Energii S.A. 00-002 Warszawa, ul. Świętokrzyska 20 Oddział w Białymstoku 15-337 Białystok, ul. Pułaskiego 17 lok. U2 tel./fax /85/ 743 58 45 REGON: 010691500 NIP: 526-00-40-341</p>			
3. Imię, nazwisko, adres oraz numer PESEL audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:			
<p>dr inż. Wiesław Sarosiek ul. Skrzatów 27 15-151 Białystok Pesel: 57022101699 tel. /85/ 74 35 845 kom. 0603 740 876 audytor KAPE S.A. nr 007</p>			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac, posiadane kwalifikacje			
Lp	Imię i Nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	Posiadane kwalifikacje (w tym ew. uprawnienia)
1.	dr inż. Ewa Ołdakowska	Optymalizacja termomodernizacji przegród budowlanych	
2.	dr inż. Piotr Rynkowski	Modernizacja instalacji c.o.	
5. Miejscowość: Białystok		data wykonania korekty opracowania: kwiecień 2012	

6. Spis treści

1. Strona tytułowa	1
2. Karta audytu energetycznego budynku.....	3
3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora	5
4. Inwentaryzacja techniczno – budowlana budynku	5
4.1. Dane ogólne o budynku	5
4.2. Uproszczona dokumentacja techniczna	6
4.3. Opis techniczny podstawowych elementów	7
4.4. Charakterystyka energetyczna	7
4.5. Charakterystyka systemu grzewczego	9
4.6. Charakterystyka instalacji c.w.u.	10
4.7. Charakterystyka systemu wentylacji	10
4.8. Charakterystyka źródła ciepła w budynku	10
5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku	10
5.1. Przegrody zewnętrzne.....	10
5.2. System grzewczy	11
6. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego	12
7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	13
7.1. Wskazanie usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną	13
7.2. Wybór optymalnych usprawnień dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło	13
7.2.1. Określenie optymalnego oporu cieplnego dodatkowej warstwy izolacji termicznej w przegrodach zewnętrznych	13
7.2.2. Zestawienie optymalnych usprawnień według rosnącej wartości SPBT	16
7.3. Wybór optymalnego wariantu usprawnień termomodernizacyjnych poprawiających sprawność systemu grzewczego	16
7.3.1. Zestawienie usprawnień systemu grzewczego, ich kosztów i efektów	16
7.3.2. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność cieplną systemu ogrzewania	17
7.3.3. Zestawienie usprawnień składających się na optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu ogrzewania	18
7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	18
7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych.....	18
7.4.2. Obliczenie zdyskontowanej wartości netto NPV wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych.....	19
7.4.3. Ocena wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań „Ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów”	20
7.4.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	22
8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji	22
8.1. Opis robót	22
8.2. Charakterystyka finansowa.....	23
8.3. Dalsze działania inwestora	23
ZAŁĄCZNIK 1	25
ZAŁĄCZNIK 2	35
ZAŁĄCZNIK 3	49

2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. Dane ogólne			
1.	Konstrukcja / technologia budynku	tradycyjna	
2.	Liczba kondygnacji	piwnica + II + poddasze użytkowe	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	695,70	
4.	Powierzchnia netto budynku (z piwnicami) [m ²]	325,70	
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	—	
6.	Powierzchnia użytkowa budynku [m ²]	325,70	
7.	Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części obiektu [m ²]	256,70	
8.	Liczba mieszkań	—	
9.	Liczba osób użytkujących budynek (średnia do obliczeń)	5	
10.	Sposób przygotowania ciepłej wody	elektryczne, przepływowe podgrzewacze wody	
11.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	kotłownia węglowa	
12.	Współczynnik kształtu A/V [m ² / m ³]	0,82	
13.	Inne dane charakteryzujące budynek	—	
2. Wsp. przenikania ciepła przez przegrody zewn.[W/(m²·K)]		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Ściany zewnętrzne piwnic	1,978	1,978
2.	Strop nad piwnicą	0,554	0,554
3.	Ściany zewnętrzne nadziemne	0,749 - 1,380	0,217; 0,242
4.	Dach nad poddaszem użytkowym	1,000	0,222
5.	Okna	3,12	1,70
6.	Drzwi zewnętrzne wejściowe	5,10	2,00
3. Sprawności składowe systemu grzewczego			
1.	Sprawność wytwarzania	1,00 ¹⁾	1,00 ¹⁾
2.	Sprawność przesyłania	0,87	0,95
3.	Sprawność regulacji	0,75	0,93
4.	Sprawność akumulacji	0,95	0,95
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,00	0,85
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	0,95	0,95
4. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	nieszczelności stolarki / kanały wentylacyjne	mikrowentylacja stolarki / kanały wentylacyjne
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	757	690
4.	Liczba wymian [1/h]	—	—
5. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	42,49	18,79
2.	Moc cieplna systemu grzewczego na przygotowanie c.w.u. (moc podgrzewaczy c.w.u.) [kW]	4,20	4,20
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	351,29	150,03
4.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu c.o. [GJ/rok]	511,46	161,32
5.	Obliczeniowe średnie zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. [GJ/rok]	2,09	2,09

6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego i na przygotowanie c.w.u. (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	—	—
7.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² ·rok)]	299,60	127,90
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² ·rok)]	436,21	137,58
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ³ ·rok)]	162,35	51,21
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Opłata za 1 GJ na ogrzewanie [zł/GJ]	59,09	59,09
2.	Opłata za obsługę kotła węglowego [zł/rok]	13 701	13 701
3.	Opłata za 1 GJ na podgrzanie c.w.u. [zł/GJ]	153,54	153,54
4.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u. na miesiąc [zł/MW/m-c]	2 150,00	2 150,00
5.	Opłata abonamentowa na podgrzanie c.w.u. na miesiąc [zł/pkt.pom./m-c]	3,23	3,23
6.	Opłata za podgrzanie 1 m ³ wody użytkowej [zł/m ³]	43,62	43,62
7.	Opłata roczna za ogrzewanie i c.w.u. [zł/rok]	44 201	23 511
7. Charakterystyka ekonomicznego, optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu [zł]		228 744,00	
Planowane koszty całkowite [zł]		228 744,00	
Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]		68,18	
Premia termomodernizacyjna [zł]		36 599,04	
Roczna oszczędność kosztów energii ²⁾ [zł/rok]		20 690,00	

¹⁾ Przyjęto współczynnik wytwarzania ciepła równy jedności. Źródłem ciepła jest kotłownia węglowa znajdująca się w budynku Urzędu Miejskiego w Tykocinie. Dla powyższej kotłowni jest wykonywany audyt energetyczny lokalnego źródła ciepła.

²⁾ Wielkość oszczędności wynika z zastosowanych do jej wyznaczenia: obliczeniowych mocy cieplnych, obliczeniowych temperatur wewnętrznych w budynku oraz standardowego sezonu grzewczego.

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

Dostępna dokumentacja projektowa:

- kompleksowa inwentaryzacja budowlana budynku Urzędu Miejskiego w Tykocinie przy ul. Złotej 2.

Inne dokumenty:

- aktualne ceny nośnika energii,
- aktualne normy, katalogi i cenniki lokalnych firm budowlano-instalacyjnych.

Osoby udzielające informacji:

- Pan Piotr Korziński

Data wizji lokalnej:

- październik 2005 r. i czerwiec 2011 r.

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

- obniżenie kosztów eksploatacji z tytułu ogrzewania budynku,
- wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów.
- docieplenie od wewnątrz ścian zewnętrznych północnej części budynku, pochodzącej z XVIII wieku, wybudowanej w stylu późnego baroku, zdobionej pilastrami zwieńczonymi profilowanymi gzymsami

Zadeklarowany maksymalny udział własny na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

- wkład własny inwestora w wysokości 0 % planowanych kosztów całkowitych,
- wartość kredytu: 100 %.

4. INWENTARYZACJA TECHNICZNO – BUDOWLANA BUDYNKU

4.1. Dane ogólne o budynku

Własność	Gmina Tykocin ul. Złota 2 kod: 16-080 miejscowość: Tykocin województwo: podlaskie
Przeznaczenie budynku	Urząd Miejski
Adres	16 – 080 Tykocin, ul. Złota 2
Rodzaj budynku	użyteczności publicznej

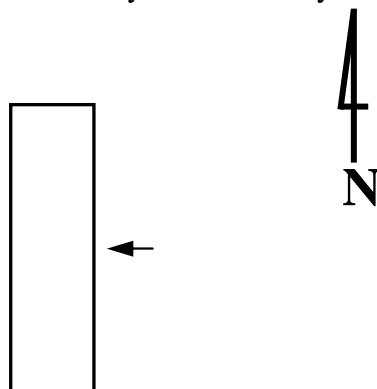
Rok budowy	Połowa XVIII w.	Rok zasiedlenia	Połowa XVIII w.
Technologia budynku	tradycyjna		
1. Powierzchnia zabudowy¹⁾ (m ²)	150,00	11. Liczba klatek schodowych	1
2. Kubatura obiektu²⁾ (m ³)	ok. 1 100	12. Liczba kondygnacji	2
3. Kubatura ogrzewanej części obiektu (m ³)	695,70	13. Wysokość kondygn. w świetle (m)	- 2,60 (piwnice) - 2,70 (parter) - 3,15 (piętro) - max. 3,10 (poddasze)
4. Powierzchnia użytkowa obiektu (m ²)	325,70	14. Liczba osób (śr. do obliczeń)	5
5. Powierzchnia komunikacji (m ²)	37,65	15. Liczba pomieszczeń	16
6. Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym(m²)	64,35	16. Liczba mieszkań o powierzchni < 50 m²	16
7. Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy (m ²)	—	17. Liczba mieszkań o powierzchni 50÷100m²	—
8. Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (sklepy, itp.)(m²)	—	18. Liczba mieszkań o powierzchni > 100 m²	—
9. Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części obiektu (m ²)	256,70	19. Liczba łazienek	1
10. Obiekt podpiwniczony	częściowo	20. Liczba WC osobno	—

¹⁾ wg PN-70/B-02365 Powierzchnia budynków. Podział, określenia i zasady obmiaru.

²⁾ wg PN-69/B-02360 Kubatura budynków. Zasady obliczania.

4.2. Uproszczona dokumentacja techniczna

Uproszczoną dokumentację techniczną (rzuty i przekrój budynku) zawiera załącznik Z 3. Poniżej przedstawiony został szkic usytuowania budynku względem stron świata.



Rysunek 1. Usytuowanie obiektu względem stron świata.

4.3. Opis techniczny podstawowych elementów

Przedmiotowy budynek pochodzi z połowy XVIII wieku. Pierwotnie zlokalizowano w nim więzienie miejskie. W latach 1772 – 1795 został rozbudowany. W 1945 roku budynek był uszkodzony w 45 %. Wyremontowany został w latach 50-tych XX wieku. Po II wojnie światowej budynek pełnił funkcję mieszkalną i mieściła się w nim Spółdzielnia Obuwia. Na przełomie lat 80-tych i 90-tych budynek skomunalizowano.

Budynek został wybudowany na planie prostokąta o wymiarach 23,07 x 6,45 m. Jest to budowla murowana, dwukondygnacyjna, częściowo podpiwniczona, z poddaszem użytkowym. Ze względu na styl architektoniczny bryłę budynku można podzielić na dwie części; północną, pochodzącą z XVIII wieku, wybudowaną w stylu późnego baroku, zdobioną pilastrami zwieńczonymi profilowanymi gzymsami, o oknach w profilowanych opaskach, oraz południową - odbudowaną w miejscu zniszczonego w czasie wojny fragmentu budynku, pozbawioną detalu architektonicznego, z wyjątkiem gzymsu wieńczącego opasującego cały budynek.

Ściany piwnic to mur z kamienia o grubości 75 i 105 cm. Strop nad piwnicą to zachowane częściowo sklepienie ceglane.

Ściany zewnętrzne parteru i piętra wykonane są z cegły ceramicznej pełnej obustronnie otynkowanej i mają różne grubości (od 43 cm do 90 cm). Dach nad poddaszem użytkowym dwuspadowy, o konstrukcji drewnianej, krokwiowo – jętkowej, krokwie obite obustronnie deskami. Dach pokryty jest blachą dachówkową.

Podłoga w piwnicy składa się z następujących warstw: posadzka betonowa grubości 5 cm, gruzobeton grubości 15 cm. Podłoga na gruncie, składa się z następujących warstw: gruzobeton – 15 cm, 2 x papa, gładź cementowa – 3,5 cm, terakota – 2 cm. Podłoga w piwnicy to układ następujących warstw: 15 cm – gruzobeton i posadzka betonowa grubości 5 cm.

Stolarka okienna drewniana podwójnie szklona jest w słabym stanie. Drzwi wejściowe drewniane.

Szczegółowy opis warstw i obliczenia współczynnika przenikania ciepła zawiera załącznik **Z 1.1**.

4.4. Charakterystyka energetyczna

Obliczenia sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym obliczono zgodnie z normą **PN-EN ISO 13790: listopad 2009** „Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia” z uwzględnieniem zamieszczonych na stronie Ministerstwa Finansów danych dotyczących typowych lat meteorologicznych oraz opracowanych na ich podstawie danych statystycznych dla obszaru Polski, przygotowanych dla potrzeb obliczeń energetycznych w budownictwie, które mogą być wykorzystane w obliczeniach charakterystyki energetycznej budynków.

Do wykonania obliczeń wykorzystano następujące Normy i Rozporządzenia:

- Rozporządzenie 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 algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termo modernizacyjnego,
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej,

- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie,
- PN-EN ISO 6946 „Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń”,
- PN-83/B-03430 „Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej”.

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

Strumień powietrza wentylacyjnego dla budynku obliczono zgodnie z wymaganiami zawartymi w PN-83/B-03430/Az3:2000 „Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej” (Załącznik Z 1.1).

Obliczenia wykonano przy pomocy programu komputerowego **AUDYTOR OZC wersja 4.8 Pro**, przyjmując wieloletnie dane klimatyczne dotyczące: średnich miesięcznych wartości zewnętrznych temperatur (ze stacji IMiGW w Białymstoku) oraz średnich miesięcznych wartości natężenia promieniowania słonecznego (stacja aktynometryczna Mikołajki).

Wyniki obliczeń przedstawiono poniżej:

- szczytowa moc grzewcza
(zapotrzebowanie na moc cieplną z obliczeń)..... $q_{moc} = 42,49 \text{ kW}$
- roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku $Q_H = 351,29 \text{ GJ/rok}$
- roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku
po uwzględnieniu sprawności systemu c.o. $Q_S = 511,46 \text{ GJ/rok}$

Koszt energii cieplnej

Opłaty ponoszone przez odbiorcę energii cieplnej wynoszą:

- opłata za energię cieplną na potrzeby c.o., z uwzględnieniem
sprawności źródła ciepła – **59,09 zł/GJ,**
- opłata za energię cieplną na potrzeby c.w.u. – **153,54 zł/GJ,**
- opłata za moc cieplną na potrzeby c.w.u. – **2 150,00 zł/(MW*m-c),**
- opłata abonamentowa na potrzeby c.w.u. – **3,23 zł/pkt.pom./m-c.**

Podane ceny są cenami brutto.

4.5. Charakterystyka systemu grzewczego

Skróconą charakterystykę systemu grzewczego przedstawiono poniżej.

Typ instalacji c.o.	dwururowa, pompowa, z rozdziałem dolnym
Parametry pracy instalacji c.o.	90/70 °C
Przewody w instalacji c.o.	stalowe czarne łączone przez spawanie
Izolacja przewodów poziomych	maty z waty szklanej pokryte płaszczem gipsowo – klejowym, otulina termoizolacyjna
Odpowietrzenie instalacji	naczynie wzbiornicze systemu otwartego
Grzejniki	
Typ	- członowe żeliwne – 22 sztuk, - stalowy płytowy – 1 sztuka.
Zasłonięcie	brak
Zawory termostatyczne	brak
Zawory podpionowe regulacyjne	brak
Ilość dni ogrzewania w tygodniu	7 dni (bez osłabienia sob.-niedz.)
Ilość godzin ogrzewania w ciągu doby	24 godziny (ew. przerwy wynikają z osłabienia w opalaniu)

Istniejącą instalację można scharakteryzować współczynnikami sprawności przedstawionych w poniższej tabeli.

Wyszczególnienie współczynnika	Wartość
1	2
Wytwarzania ciepła / wartość przyjęta do wyznaczenia sprawności systemu grzewczego, bez uwzględniania źródła ciepła /	$\eta_{g0} = 1,00$
Przesyłania ciepła	$\eta_{d0} = 0,87$
Regulacji systemu grzewczego	$\eta_{e0} = 0,75$
Akumulacja ciepła	$\eta_{s0} = 1,00$
Uwzględnienie przerw w ogrzewaniu w okresie tygodnia	$w_{t0} = 1,00$
Uwzględnienie przerw w ogrzewaniu w okresie doby	$w_{d0} = 0,95$
Sprawność całkowita systemu grzewczego	$\eta_0 = \eta_w \cdot \eta_p \cdot \eta_r \cdot \eta_e = 0,6525$

4.6. Charakterystyka instalacji c.w.u.

Rodzaj opisu	Stan istniejący
1	2
Sposób przygotowania c.w.u.	dwa przepływowe podgrzewacze wody, jeden podgrzewacz pojemnościowy 5 dm ³
Opomiarowanie	wodomierze wody zimnej
Średnie roczne zużycie wody	około 11 m ³

4.7. Charakterystyka systemu wentylacji

Wymiana powietrza w budynku odbywa się za pomocą wentylacji grawitacyjnej. Strumień powietrza wentylacyjnego dla budynku obliczono zgodnie z wymaganiami zawartymi w PN-83/B-03430Az3:2000 „Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej”. Wynosi on 690 m³/h, a w stanie istniejącym zwiększono go do wartości 757 m³/h ze względu na szczelność stolarki.

4.8. Charakterystyka źródła ciepła w budynku

Ciepło na cele grzewcze wytwarzane jest we własnej kotłowni węglowej, znajdującej się w podpiwniczeniu budynku. Istniejąca kotłownia węglowa zasila w energię ciepłą dwa budynki: budynek Urzędu Miasta oraz poprzez sieć niskoparametrową, budynek dawnego Urzędu Stanu Cywilnego w Tykocinie.

Istniejąca kotłownia jest w słabym stanie technicznym. Nie posiada żadnych układów regulacji.

Ze względu na planowaną przez inwestora modernizację źródła ciepła oraz równoległe wykonywanie z audytem energetycznym budynku audytu energetycznego źródła ciepła, w celu uniknięcia „podwójnych” oszczędności energii cieplnej, współczynnik sprawności wytwarzania ciepła przyjęto równy jedności.

W związku z powyższym w opracowaniu kotłownia, jak również jej modernizacja, nie została uwzględniona.

5. OCENA AKTUALNEGO STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU

5.1. Przegrody zewnętrzne

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury dotyczącym warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z dnia 6 listopada 2008 roku wymagania odnośnie racjonalizacji zużycia energii uznaje się za spełnione, jeśli przegrody zewnętrzne budynku oraz technika instalacyjna odpowiadają wymaganiom izolacyjności cieplnej oraz powierzchnia okien spełnia odpowiednie wymagania.

Dla budynku przebudowywanego dopuszcza się zwiększenie średniego współczynnika przenikania ciepła osłony budynku o 15% w stosunku do budynku nowego o takiej samej geometrii i sposobie użytkowania.

Ponieważ współczynniki przenikania ciepła dla poszczególnych przegród niniejszego budynku przekraczają aktualnie wymagane wartości, budynek nie spełnia aktualnych wymagań odnośnie racjonalizacji użytkowania energii.

5.2. System grzewczy

Instalacja centralnego ogrzewania nie była modernizowana od czasu wykonania, od końca lat 80-tych.

Przewody instalacji c.o. są zanieczyszczone produktami korozji, powstałymi poprzez lata eksploatacji instalacji. Grzejniki żeliwne znajdujące się w instalacji są zanieczyszczone, przez co ich wydajność cieplna jest niska. Istniejące zawory przygrzejnikowe są stare i stwarzają duże trudności w regulacji przepływu czynnika grzejącego. Systematycznie należy odpowietrzać instalację c.o. Do regulacji przepływów czynnika grzejącego w istniejącej instalacji c.o. zastosowano kryzy dławiące.

Po uzgodnieniach z inwestorem zdecydowano się na całkowitą wymianę starej instalacji na nową instalację c.o. wraz z nowymi grzejnikami. Każdy grzejnik zostanie wyposażony w zawór termostatyczny z głowicą termostatyczną, który pozwoli na dostosowywanie się całego systemu do zmiennych warunków pogodowych.

Nowa instalacja wewnętrzna c.o. zostanie zaprojektowana na zapotrzebowanie na moc cieplną w wybranym wariantcie termomodernizacyjnym.

Zestawienie oceny stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy.

l.p.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1.	<u>Przegrody zewnętrzne</u> Przegrody zewnętrzne budynku mają wysokie wartości współczynnika przenikania ciepła U [$W/(m^2 \cdot K)$]: - ściany piwnic $U = 1,978$ - strop nad piwnicą $U = 0,554$ - ściany nadziemne $U = 0,749 - 1,380$ - dach nad poddaszem użytkowym..... $U = 1,000$	Należy docieplić przegrody zewnętrzne części nadziemnej budynku. Maksymalne wartości współczynnika U [$W/(m^2 \cdot K)$]: - ściany - $U = 0,25$ - stropodachy - $U = 0,22$ - stropy piwnic nieogrzew. - $U = 0,50$
2.	<u>Okna</u> Okna są w słabym stanie technicznym, o współczynniku $U = 3,12$ $W/(m^2 \cdot K)$ (okna drewniane, podwójnie szklone) - przyjęto zużycie ok.20%.	Wskazana wymiana okien na szczelne, o niskim współczynniku U (nie większym niż 1,70) - pod warunkiem opłacalności.
3.	<u>Drzwi wejściowe</u> Drzwi są w słabym stanie technicznym, o współczynniku $U = 5,10$ $W/(m^2 \cdot K)$ (drzwi drewniane).	Wskazana wymiana drzwi na szczelne, o niskim współczynniku U .
4.	<u>Wentylacja</u> Wentylacja grawitacyjna. W okresie zimowym może okresowo występować nadmierny napływ zimnego powietrza do budynku przez starą stolarkę okienną i stolarkę drzwiową, co powoduje wpływ na zużycie ciepła na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego.	Wymiana starych okien na szczelne, z kontrolowanym napływem powietrza wentylacyjnego przez nawiewniki. Wymiana drzwi wejściowych na szczelne.

l.p.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
5.	<u>Instalacja ciepłej wody użytkowej</u> Ciepła woda użytkowa przygotowywana w elektrycznych podgrzewaczach wody.	Nie przewiduje się zmian w instalacji c.w.u.
6.	<u>System ogrzewania</u> Ogrzewanie tradycyjne. Kocioł na paliwo stałe, zasila instalację c.o. w systemie z otwartym naczyniem zbiorczym.	Całkowicie nowa instalacja centralnego ogrzewania wraz z nowymi grzejnikami. Grzejniki wyposażone w zawory termostaticzne z głowicami termostaticznymi.

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

l.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1.	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez ściany budynku.	Ocieplenie części ścian od wewnątrz (wełna mineralna), a pozostałych metodą BSO (styropian)
2.	Zmniejszenie strat ciepła przez dach nad poddaszem użytkowym.	Ocieplenie dachu matami z wełny mineralnej.
3.	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie oraz infiltrację przez stare okna budynku	Wymiana starych okien na nowoczesne okna szczelne, o niskim współczynniku U , ze skrzydłem uchylno – rozwieranym.
4.	Zmniejszenie strat ciepła przez drzwi wejściowe do budynku	Wymiana drzwi zewnętrznych na nowoczesne o niskim współczynniku U .
5.	Podwyższenie sprawności instalacji centralnego ogrzewania.	Nowa instalacja centralnego ogrzewania wraz z nowymi grzejnikami. Grzejniki wyposażone w zawory termostaticzne z głowicami termostaticznymi.

7. OKREŚLENIE OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO

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

Do usprawnień termomodernizacyjnych rozpatrywanych w audycie energetycznym należą:

- 1) Usprawnienia dotyczące bryły budynku (zmniejszające straty ciepła przez przenikanie i wentylację):
 - a) docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnia I (od zewnątrz),
 - b) docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnia II (od wewnątrz),
 - c) docieplenie dachu nad poddaszem użytkowym,
 - d) wymiana starych okien,
 - e) wymiana starych drzwi.

7.2. Wybór optymalnych usprawnień dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

Przy określaniu optymalnych usprawnień przyjęto następujące dane:

$O_{z0,1}$ 59,09 zł/GJ,

t_{zo} -22,00 °C,

t_{wo} 19,20 19,20°C* (do optymalizacji docieplenia ścian zewnętrznych nadziemnia, dachu nad poddaszem użytkowym oraz do optymalizacji wymiany okien i drzwi)

S_d 19,30 3 909,80 dzień·K/rok

*wartości średnie ważone liczone powierzchniami.

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

Ściany zewnętrzne nadziemnia I

Stan istniejący: $U = 0,90 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ – średnia ważona powierzchniami dla ścian zewnętrznych nadziemnia (ze współczynników 0,787; 0,812; 0,877; 0,930 i 1,380 $\text{W/(m}^2 \cdot \text{K)}$)

Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła: 240,20 m^2 .

Powierzchnia do docieplenia: 252,20 m^2 .

Dodatkowa izolacja: $\lambda = 0,04 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ (styropian, metoda BSO).

Wartość N_u przyjęto na podstawie oferty lokalnych firm budowlanych. *Cena N_u zawiera całkowity koszt wszystkich prac budowlanych związanych z wykonaniem tego przedsięwzięcia z podatkiem VAT.*

Grubość opt. =	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,15	<i>m</i>
$U_{\text{śr.waż.}}$ =	0,38	0,32	0,28	0,24	0,22	0,21	$\text{W/(m}^2 \cdot \text{K)}$
ΔR =	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	3,75	$(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$
Koszt jednostkowy =	166,80	172,40	178,00	184,60	191,20	194,50	zł/m^2
N_u =	42 067	43 479	44 892	46 556	48 221	49 053	<i>zł</i>
SPBT =	16,97	15,67	15,03	14,78	14,72	14,74	<i>lat</i>

Uwagi: Uwzględniono, przy grubościach >10 cm, przyrost kosztu jednostkowego spowodowany koniecznością zastosowania dłuższych kołków. Przy ustalaniu powierzchni do docieplenia pomniejszono powierzchnię elewacji o powierzchnię otworów oraz uwzględniono dodatek na docieplenie ościeży i obróbki w wysokości 5% oraz uwzględniono koszt rusztowań.

Opłacalna ekonomicznie grubość docieplenia, zapewniająca minimalną wymaganą wartość oporu cieplnego ścian po termorenowacji równą $4,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, wynosi 14 cm.

Koszt całkowity docieplenia ścian zewnętrznych nadziemna I wyniesie:

$$252,20 \text{ m}^2 \times 191,20 \text{ zł/m}^2 = \underline{\underline{48\,221 \text{ zł}}}$$

Ściany zewnętrzne nadziemna II

Stan istniejący: $U = 0,88 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ – średnia ważona powierzchniami dla ścian zewnętrznych nadziemna (ze współczynników 0,749; 0,812; 0,877; 0,930 i 1,380 $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$)

Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła: $123,80 \text{ m}^2$.

Powierzchnia do docieplenia: $123,80 \text{ m}^2$.

Dodatkowa izolacja: $\lambda = 0,040 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ (wełna mineralna, docieplenie od wewnątrz).

Wartość N_u przyjęto na podstawie oferty lokalnych firm budowlanych. *Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac budowlanych związanych z wykonaniem tego przedsięwzięcia z podatkiem VAT.*

Grubość opt. =	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,15	m
$U_{\text{śr.waż.}}$ =	0,38	0,32	0,28	0,24	0,22	0,20	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
ΔR =	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	3,75	$(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$
Koszt jednostkowy =	296,80	312,40	328,00	343,60	359,20	367,00	zł/m^2
N_u =	36 744	38 675	40 606	42 538	44 469	45 435	zł
SPBT =	29,70	27,89	27,16	26,97	27,09	27,22	lat

Opłacalna ekonomicznie grubość docieplenia, zapewniająca minimalną wymaganą wartość oporu cieplnego ścian po termorenowacji równą $4,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, wynosi 12 cm.

Koszt całkowity docieplenia ścian zewnętrznych nadziemna II wyniesie:

$$123,80 \text{ m}^2 \times 343,60 \text{ zł/m}^2 = \underline{\underline{42\,538 \text{ zł}}}$$

Dach nad poddaszem użytkowym

Stan istniejący: $U = 1,00 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła: $206,20 \text{ m}^2$.

Powierzchnia do docieplenia: $206,20 \text{ m}^2$.

Dodatkowa izolacja: $\lambda = 0,040 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ (maty z wełny mineralnej skalnej lub szklanej).

Wartość N_u przyjęto na podstawie oferty lokalnych firm budowlanych. *Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac budowlanych związanych z wykonaniem tego przedsięwzięcia z podatkiem VAT.*

Grubość opt. =	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,15	<i>m</i>
$U_{\text{śr.waż.}}$ =	0,40	0,33	0,29	0,25	0,22	0,21	$W/(m^2 \cdot K)$
ΔR =	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	3,75	$(m^2 \cdot K)/W$
Koszt jednostkowy =	119,20	125,60	132,00	138,40	144,80	148,00	$zł/m^2$
N_u =	24 579	25 899	27 218	28 538	29 858	30 518	<i>zł</i>
SPBT =	9,95	9,44	9,26	9,24	9,33	9,392	<i>lat</i>

Opłacalna ekonomicznie grubość docieplenia wynosi 12 cm, jednakże ze względu na wymaganą minimalną wartość oporu cieplnego dachów nad ostatnimi kondygnacjami po termorenowacji równą $4,5 m^2 \cdot K/W$, przyjęto 14 cm.

Koszt całkowity docieplenia dachu nad poddaszem użytkowym wyniesie:

$$206,20 m^2 \times 144,80 zł/m^2 = \underline{\underline{29\ 858\ zł}}$$

Wymiana okien

Stan istniejący okien: $U = 3,12 W/(m^2 \cdot K)$ ($U = 2,6 W/(m^2 \cdot K)$ z ok.20% zużyciem).

$$\begin{aligned} C_{r0} &= 1,20 & C_{r1} &= 1,00 \\ C_{m0} &= 1,30 & C_{m1} &= 1,00 \\ C_{w0,1} &= 1,00 \\ V_{\text{norm.}} &= 682 m^3/h \end{aligned}$$

U_I =	1,70	1,60	1,50	$W/(m^2 \cdot K)$
Koszt całkowity =	59 210	63 030	66 850	<i>zł</i>
SPBT =	29,47	30,22	30,92	<i>lat</i>

Uwagi: Nakłady jednostkowe zawierają koszt montażu okien w wysokości 100 zł/m². Ceny przyjęto na podstawie oferty lokalnych dystrybutorów.

Koszt całkowity wymiany okien w pomieszczeniach ogrzewanych nadziemna wyniesie:

$$38,20 m^2 \times (1\ 450 * + 100) zł/m^2 = \underline{\underline{59\ 210\ zł.}}$$

Wymiana drzwi wejściowych

Stan istniejący drzwi: $U = 5,10 W/(m^2 \cdot K)$.

$$\begin{aligned} C_{r0} &= 1,20 & C_{r1} &= 1,00 \\ C_{m0} &= 1,30 & C_{m1} &= 1,00 \\ C_{w0,1} &= 1,00 \\ V_{\text{norm.}} &= 40 m^3/h \end{aligned}$$

U_I =	2,00	1,80	1,50	$W/(m^2 \cdot K)$
Koszt całkowity =	6 000	6 600	7 200	<i>zł</i>
SPBT =	23,17	24,36	24,92	<i>lat</i>

Uwagi: Nakłady jednostkowe zawierają koszt montażu drzwi w wysokości 100 zł/m². Ceny przyjęto na podstawie oferty lokalnych dystrybutorów.

Koszt całkowity wymiany drzwi wejściowych wyniesie:

$$3,00 \text{ m}^2 \times (1\,900 * + 100) \text{ zł/m}^2 = \underline{\underline{6\,000 \text{ zł}}}$$

*- zabytkowy charakter budynku

7.2.2. Zestawienie optymalnych usprawnień według rosnącej wartości SPBT

Wskazane w pkt. 7.1. i zoptymalizowane w pkt. 7.2.1. usprawnienia termomodernizacyjne zmierzające do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną uszeregowano w tabeli według rosnącej wartości SPBT.

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia Termomodernizacyjnego	Planowany koszt robót [zł]	SPBT [lata]
1	2	3	4
1	Modernizacja instalacji c.o.	36 917	4,67
2	Docieplenie dachu nad poddaszem użytkowym	29 858	9,33
3	Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemna (od zewnątrz)	48 221	14,72
4	Wymiana starych drzwi wejściowych	6 000	23,17
5	Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemna (od wewnątrz)	42 538	26,97
6	Wymiana starych okien	59 210	29,47

7.3. Wybór optymalnego wariantu usprawnień termomodernizacyjnych poprawiających sprawność systemu grzewczego

7.3.1. Zestawienie usprawnień systemu grzewczego, ich kosztów i efektów

l.p.	Rodzaj usprawnienia	Koszt [zł]	Zmienione współ- czynniki sprawności
1	2	3	4
1.	Nowa instalacja centralnego ogrzewania wraz z nowymi grzejnikami. Grzejniki wyposażone w zawory termostatyczne z głowicami termostatycznymi.	36 917	$\eta_d = 0,95$ $\eta_e = 0,95$

* sprawność regulacji obliczona przy ilorazie zysków do strat ciepła dla stanu istniejącego budynku

Inwestycja	Ilość jednostkowa urządzenia	Cena z robocizną	Całkowity koszt
	szt./ m	zł/szt.	zł
Demontaż istniejących grzejników	21	20	420
Demontaż rurociągu stalowego	200	10	2 000
Rurociąg z rur polipropylenowych	200	25	5 000
Zawory termostatyczne z głowicą termostatyczną	23	169+15	4 232
Montaż grzejników z rurociągami	23	585	13 455
Regulator różnicy ciśnień	1	290+300	590
Zawór kulowy równoprzelotowy	14	35	490
Montaż izolacji termicznej z wykuciem bruzd	200	10	2 000
Wykonanie bruzd wraz z zabetonowaniem i zamurowaniem	114	35,1	4 000
Próba szczelności instalacji c.o.	200	3,3	660
Sprawdzenie działania instalacji c.o. podczas próby na gorąco z dokonaniem regulacji	38	10	380
Dokumentacja techniczna instalacji c.o.			3 690
Razem			36 917

Uwaga: Kalkulację cenową zamieszczono poniżej i sporządzono ją na podstawie cennika firm instalacyjnych.

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

$$O_{0,1z} = 59,09 \text{ zł/GJ},$$

$$Q_{0co} = 351,29 \text{ GJ/rok},$$

$$q_{0co} = 42,49 \text{ kW},$$

$$\eta_0 = 0,6525$$

$$w_{t0} = 1,00$$

$$w_{d0} = 0,95$$

$$w_{t1} = 1,00$$

$$w_{d0} = 0,95$$

l.p.	Opis wariantu (wykaz usprawnień)	η_1	Q_{1co} [GJ/rok]	ΔQ_{rco} [zł/rok]	N_{co} [zł]	SPBT [lat]
1	2	3	4	5	6	7
0.	Stan istniejący	—	511,46	—	—	—
1.	Nowa instalacja centralnego ogrzewania wraz z nowymi grzejnikami. Grzejniki wyposażone w zawory termostatyczne z głowicami termostatycznymi.	0,8835	377,73	7 902	36 917	4,67

Koszt realizacji przedsięwzięcia modernizacyjnego wynosi **36 917 zł.**

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

l.p.	Rodzaj usprawnienia	Zmiana wartości współczynników sprawności
1	2	3
1.	Wytwarzanie ciepła – bez zmian	$\eta_w = 1,00$
2.	Przesyłanie ciepła – wymiana instalacji c.o. i grzejników	$\eta_p = 0,87 \rightarrow 0,95$
3.	Regulacja systemu ogrzewania – odpowietrzniki automatyczne, regulacja hydrauliczna	$\eta_r = 0,75 \rightarrow 0,93$
4.	Akumulacja ciepła – bez zmian	$\eta_e = 1,00$
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia – bez zmian	$w_t = 1,00$
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby – bez zmian	$w_d = 0,95$
7.	Sprawność całkowita systemu $\eta = \eta_w \cdot \eta_p \cdot \eta_r \cdot \eta_e$	$\eta = 0,6525 \rightarrow 0,8835$

7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

W punkcie tym zamieszczono:

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

7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

W tym punkcie zastosowano skrótowe określenia dotyczące usprawnień wymienionych w pkt. 7.2.1. i 7.3.2.:

- ściany nadziemna I,
- ściany nadziemna II,
- dach nad poddaszem użytkowym,
- okna,
- drzwi,
- instalacja c.o..

Rozpatrywane są następujące warianty wymienione w tabeli poniżej.

Nr wariantu	Skrótowy zakres prac
1	okna, ściany nadziemna II, drzwi, ściany nadziemna I, dach nad poddaszem użytkowym, instalacja c.o.
2	ściany nadziemna II, drzwi, ściany nadziemna I, dach nad poddaszem użytkowym, instalacja c.o.
3	drzwi, ściany nadziemna I, dach nad poddaszem użytkowym, instalacja c.o.
4	ściany nadziemna I, dach nad poddaszem użytkowym, instalacja c.o.
5	dach nad poddaszem użytkowym, instalacja c.o.
6	instalacja c.o.

7.4.2. Obliczenie zdyskontowanej wartości netto NPV wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

$$O_{0,1z} = 59,09 \text{ zł/GJ}$$

$K = 13\,701 \text{ zł/rok}$ – opłata za obsługę kotła węglowego

$$Q_{0co} = 351,29 \text{ GJ/rok}$$

$$Q_{0cw} = 2,09 \text{ GJ/rok}$$

$$q_{0co} = 0,04249 \text{ MW (wartość obliczona)}$$

$$q_{0cwu \max} = 0,0042 \text{ MW (moc urządzeń elektrycznych do podgrzewu c.w.)}$$

$$\eta_0 = 0,6525$$

$$w_{t0} \cdot w_{d0} = 0,9500$$

$$w_{t1} \cdot w_{d1} = 0,9500$$

$$Q_{0co}' = 511,46 \text{ GJ/rok}$$

$$Q_{0r} = 44\,201 \text{ zł/rok}$$

Nr war.	Q_{1co} [GJ/rok]	Q_{1cw} [GJ/rok]	η_1	Q_1 [GJ/rok]	q_{1co+cw} [MW]	Q_{1r} [zł/rok]	ΔQ_r [zł/rok]	N [zł]	SPBT [lat]	NPV [zł]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	150,03	2,09	0,8835	161,32	0,01879	23 511	20 690	228 744	11,06	-5 006
2	171,28	2,09	0,8835	184,17	0,02193	24 861	19 340	169 534	8,77	39 605
3	196,67	2,09	0,8835	211,47	0,02495	26 474	17 727	126 996	7,16	64 700
4	199,51	2,09	0,8835	214,53	0,02527	26 655	17 546	120 996	6,90	68 743
5	271,84	2,09	0,8835	292,30	0,03372	31 251	12 950	72 775	5,62	67 264
6	351,29	2,09	0,8835	377,73	0,04249	36 299	7 902	42 917	5,43	42 534

Uwaga! W nakładach dodano koszt wykonania dokumentacji technicznej w wysokości 6 000 zł.

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

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej)	Optymalna kwota kredytu	Premia termomodernizacyjna		
						20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii
		[zł]	[zł/rok]	[%]	$\frac{[zł]}{[%)}$	[zł]	[zł]	[zł]
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	okna do wymiany, ściany zewnętrzne nadziemna II, drzwi do wymiany, ściany zewnętrzne nadziemna I, dach nad poddaszem użytkowym, instalacja c.o.	228 744,00	20 690,00	68,18%	228 744,00 100 %	45 748,80	<u>36 599,04</u>	41 380,00
2.	ściany zewnętrzne nadziemna II, drzwi do wymiany, ściany zewnętrzne nadziemna I, dach nad poddaszem użytkowym, instalacja c.o.	169 534,00	19 340,00	63,73%	169 534,00 100 %	33 906,80	<u>27 125,44</u>	38 680,00
3.	drzwi do wymiany, ściany zewnętrzne nadziemna I, dach nad poddaszem użytkowym, instalacja c.o.	126 996,00	17 727,00	58,42%	126 996,00 100 %	25 399,20	<u>20 319,36</u>	35 454,00
4.	ściany zewnętrzne nadziemna I, dach nad poddaszem użytkowym, instalacja c.o.	120 996,00	17 546,00	57,82%	120 996,00 100 %	24 199,20	<u>19 359,36</u>	35 092,00

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej)	Optymalna kwota kredytu	Premia termomodernizacyjna		
		[zł]	[zł/rok]	[%]	$\frac{[zł]}{[%]}$	20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii
1	2	3	4	5	6	7	8	9
5.	– dach nad poddaszem użytkowym, – instalacja c.o.	72 775,00	12 950,00	42,68 %	72 775,00 100 %	14 555,00	<u>11 644,00</u>	25 900,00
6.	– instalacja c.o.	42 917,00	7 902,00	26,04 %	42 917,00 100 %	8 583,40	<u>6 866,72</u>	15 804,00

** wysokość premii termomodernizacyjnej wyznacza się jako minimum z wartości w kolumnach 7, 8, 9.*

Optymalnym wariantem, spełniającym wszystkie warunki stawiane przez *Ustawę z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów* oraz uwzględniającym życzenie inwestora jest **wariant nr 1**.

7.4.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Optymalnym jest **wariant nr 1**, obejmujący następujące usprawnienia:

- docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnia I (od zewnątrz) i II (od wewnątrz),
- docieplenie dachu nad poddaszem użytkowym,
- wymianę starych okien,
- wymianę starych drzwi wejściowych,
- modernizację instalacji c.o.

8. OPIS TECHNICZNY OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO PRZEWIDZIANEGO DO REALIZACJI

8.1. Opis robót

W ramach wariantu 1 przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

1. Ocieplić ściany zewnętrzne nadziemnia północnej części budynku (z XVIII w.) warstwą izolacji termicznej o oporze cieplnym $R = 3,00 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ (np. warstwą wełny mineralnej grubości 12 cm o $\lambda = 0,04 \text{ W/m} \cdot \text{K}$). Koszt docieplenia $123,80 \text{ m}^2$ ścian zewnętrznych nadziemnia wyniesie **42 538 zł**.
2. Ocieplić ściany zewnętrzne nadziemnia pozostałej części budynku warstwą izolacji termicznej o oporze cieplnym $R = 3,50 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ (np. metodą BSO z warstwą styropianu grubości 14 cm o $\lambda = 0,04 \text{ W/m} \cdot \text{K}$). Koszt docieplenia $252,20 \text{ m}^2$ ścian zewnętrznych nadziemnia wyniesie **48 221 zł**.
3. Ocieplić dach nad poddaszem użytkowym warstwą izolacji termicznej o oporze cieplnym $R = 3,50 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ (np. 14 cm maty z wełny mineralnej o $\lambda = 0,04 \text{ W/m} \cdot \text{K}$). Koszt ocieplenia $206,20 \text{ m}^2$ dachu wyniesie **29 858 zł**.
4. Wymienić stare okna w części nadziemnej budynku na nowe okna o współczynniku przenikania ciepła $U=1,70 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Koszt wymiany $38,20 \text{ m}^2$ okien wyniesie **59 210 zł**.
5. Wymienić drzwi wejściowe do budynku na drzwi o współczynniku przenikania ciepła $U=2,00 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Koszt wymiany $3,00 \text{ m}^2$ drzwi wyniesie **6 000 zł**.
6. Wykonać nową instalację centralnego ogrzewania, zgodnie z wykonanym projektem technicznym instalacji c.o. Instalacja musi być zaprojektowana na zapotrzebowanie na moc cieplną w wybranym wariantcie termomodernizacyjnym. Przy każdym z grzejników musi być zamontowany zawór termostatyczny.

Koszt wymiany instalacji c.o. wraz z dokumentacją techniczną wyniesie około **36 917 zł**.

Uwaga! Dodano koszt dokumentacji technicznej w wysokości 6 000 zł.

8.2. Charakterystyka finansowa

Kalkulowany koszt robót wyniesie	228 744,00 zł
Udział środków własnych inwestora	0,00 zł (0,0 %)
Kredyt bankowy	228 744,00 zł (100,0 %)
Przewidywana premia termomodernizacyjna.....	36 599,04 zł

8.3. Dalsze działania inwestora

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

ZAŁĄCZNIK 1

Dane do audytu energetycznego

- Z 1.1 Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych, pomieszczeń oraz strumienia powietrza wentylacyjnego**
- Z 1.2 Określenie sprawności istniejącego systemu grzewczego**
- Z 1.3 Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej**
- Z 1.4 Jednostkowe koszty energii cieplnej dla stanu istniejącego**

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

Symbol	d	Opis materiału	λ	ρ	cp	R	Rcor	δ	μ	Z	Zcor	Uwagi
	m		W/(m·K)	kg/m3	kJ/(kg·K)	m2·K/W	m2·K/W	g/(m·h·Pa)		m2h·Pa/g	m2h·Pa/g	
DACH		Dach										
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
SOSNA	0,0560	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,350	0,350	60,00	12	933,3	933,3	
WAR.POW	0,1500	Warstwa powietrzna niewentylowana.				0,160	0,160	0,00	1000000	0,0	0,0	
SOSNA	0,0560	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,350	0,350	60,00	12	933,3	933,3	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2·K/W]:										0,100		
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m2·K/W]:										0,040		
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:										1,000		
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:										1,000		
PNG		Podłoga na gruncie										
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
Ściana przy podłodze: SZN6												
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Zgw: 3,50 m												
Pozioma izol. krawędziowa: o grubości dnh = m i długości Dh = m												
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości dnv = m i długości Dv = m												
TERAKOT A	0,0200	Terakota.	1,050	2000	0,840	0,019	0,019	250,00	3	80,0	80,0	
TYNK-CEM	0,0350	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,035	0,035	45,00	16	777,8	777,8	
PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028	0,028	7,50	96	666,7	666,7	
BETON-2200	0,1500	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,300	2200	0,840	0,115	0,115	45,00	16	3333,3	3333,3	
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg, [m2·K/W]:										1,297		
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:										1,494		
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:										0,669		
PWP		Podłoga w piwnicy										
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
Ściana przy podłodze: SZPG												
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Zgw: 1,30 m												
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 2,20 m												

Audyt energetyczny budynku Urzędu Miejskiego przy ul. Złotej 2 w Tykocinie (KOREKTA)

BETON-2200	0,2000	Beton zwykły z kruszywa kamienego - gęś	1,300	2200	0,840	0,154	0,154	45,00	16	4444,4	4444,4	
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R _g , [m ² ·K/W]:										1,788		
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:										1,942		
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:										0,515		
SNP	Strop ciepło do dołu											
Rodzaj przegrody: Strop ciepło do dołu, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
TERAKOTA	0,0200	Terakota.	1,050	2000	0,840	0,019	0,019	250,00	3	80,0	80,0	
TYNK-CEM	0,0350	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,035	0,035	45,00	16	777,8	777,8	
PAPASF	0,0030	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,017	0,017	7,50	96	400,0	400,0	
CEGLA-PŁN	1,0500	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	1,364	1,364	105,00	7	10000,0	10000,0	
TYNK-CW	0,0250	Tynk lub gładź cementowowapienna.	0,820	1850	0,840	0,030	0,030	45,00	16	555,6	555,6	
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:										0,170		
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:										0,170		
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:										1,805		
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:										0,554		
SZN1	Ściana zewnętrzna											
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
TYNK-CW	0,0250	Tynk lub gładź cementowowapienna.	0,820	1850	0,840	0,030	0,030	45,00	16	555,6	555,6	
CEGLA-PŁN	0,3800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,494	0,494	105,00	7	3619,0	3619,0	
TYNK-CW	0,0250	Tynk lub gładź cementowowapienna.	0,820	1850	0,840	0,030	0,030	45,00	16	555,6	555,6	
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:										0,130		
Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m ² ·K/W]:										0,040		
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:										0,724		
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:										1,380		
SZN2	Ściana zewnętrzna											
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
TYNK-CW	0,0250	Tynk lub gładź cementowowapienna.	0,820	1850	0,840	0,030	0,030	45,00	16	555,6	555,6	
CEGLA-PŁN	0,6500	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,844	0,844	105,00	7	6190,5	6190,5	
TYNK-CW	0,0250	Tynk lub gładź cementowowapienna.	0,820	1850	0,840	0,030	0,030	45,00	16	555,6	555,6	
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:										0,130		
Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m ² ·K/W]:										0,040		

Audyt energetyczny budynku Urzędu Miejskiego przy ul. Złotej 2 w Tykocinie (KOREKTA)

Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:											1,075	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:											0,930	
SZN3	Ściana zewnętrzna											
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
TYNK-CW	0,0250	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,030	0,030	45,00	16	555,6	555,6	
CEGLA-PEŁN	0,7000	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,909	0,909	105,00	7	6666,7	6666,7	
TYNK-CW	0,0250	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,030	0,030	45,00	16	555,6	555,6	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:											0,130	
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m ² ·K/W]:											0,040	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:											1,140	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:											0,877	
SZN4	Ściana zewnętrzna											
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
TYNK-CW	0,0250	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,030	0,030	45,00	16	555,6	555,6	
CEGLA-PEŁN	0,7700	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	1,000	1,000	105,00	7	7333,3	7333,3	
TYNK-CW	0,0250	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,030	0,030	45,00	16	555,6	555,6	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:											0,130	
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m ² ·K/W]:											0,040	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:											1,231	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:											0,812	
SZN5	Ściana zewnętrzna											
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
TYNK-CW	0,0250	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,030	0,030	45,00	16	555,6	555,6	
CEGLA-PEŁN	0,8000	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	1,039	1,039	105,00	7	7619,0	7619,0	
TYNK-CW	0,0250	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,030	0,030	45,00	16	555,6	555,6	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:											0,130	
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m ² ·K/W]:											0,040	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:											1,270	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:											0,787	
SZN6	Ściana zewnętrzna											
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
TYNK-CW	0,0250	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,030	0,030	45,00	16	555,6	555,6	

Audyt energetyczny budynku Urzędu Miejskiego przy ul. Złotej 2 w Tykocinie (KOREKTA)

CEGLA-PEŁN	0,8500	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	1,104	1,104	105,00	7	8095,2	8095,2	
TYNK-CW	0,0250	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,030	0,030	45,00	16	555,6	555,6	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2·K/W]:										0,130		
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m2·K/W]:										0,040		
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:										1,335		
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:										0,749		
SZP	Ściana zewnętrzna											
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
TYNK-CW	0,0250	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,030	0,030	45,00	16	555,6	555,6	
KAMIEŃ	0,7000	Mur z kamienia łamanego o gęstości 2800	2,550	2400	0,920	0,275	0,275	22,00	33	31818,2	31818,2	
TYNK-CW	0,0250	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,030	0,030	45,00	16	555,6	555,6	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2·K/W]:										0,130		
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m2·K/W]:										0,040		
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:										0,505		
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:										1,978		
SZPG	Ściana zewnętrzna przy gruncie											
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
Podłoga przyległa do ściany: PWP												
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 2,20 m												
KAMIEŃ	0,7000	Mur z kamienia łamanego o gęstości 2800	2,550	2400	0,920	0,275	0,275	22,00	33	31818,2	31818,2	
TYNK-CW	0,0250	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,030	0,030	45,00	16	555,6	555,6	
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg, [m2·K/W]:										0,948		
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:										1,253		
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:										0,798		

Wyniki - Zestawienie pomieszczeń									
Symbol	Opis	θint	A	V	n50	nmin	Vmin	Vinfv	Vv
		°C		m3	1/h	1/h	m3/h	m3/h	m3/h
PIWNICA	PIWNICA	2,4	69,02	179,5	4	0,12	21,0	0,0	21,0
POM NAD	POM NADZIEMIA	19,2	256,70	695,7	2	1,06	736,0	83,5	736,0

Symbol	Opis	d	R _i	R _e	R	U	A _s	A _{G1}	A
		m	m ² ·K/W	m ² ·K/W	m ² ·K/W	W/m ² ·K	m ²	m ²	m ²
DACH	Dach	0,262	0,100	0,040	1,000	1,000			206,2
DW	Drzwi zewnętrzne					5,100	2,18	0,00	3,00
ON1	Okno (światlik) zewnętrzne					3,120	1,18	0,71	1,18
ON2	Okno (światlik) zewnętrzne					3,120	1,24	0,75	1,24
ON3	Okno (światlik) zewnętrzne					3,120	1,67	1,00	1,67
ON4	Okno (światlik) zewnętrzne					3,120	1,35	0,81	1,35
ON5	Okno (światlik) zewnętrzne					3,120	1,74	1,04	1,74
ON6	Okno (światlik) zewnętrzne					3,120	1,36	0,82	1,36
ON7	Okno (światlik) zewnętrzne					3,120	1,53	0,92	1,53
ON8	Okno (światlik) zewnętrzne					3,120	1,63	0,98	1,63
ON9	Okno (światlik) zewnętrzne					3,120	1,57	0,94	1,57
PNG	Podłoga na gruncie	0,210	1,297		1,494	0,669			
PWP	Podłoga w piwnicy	0,200	1,788		1,942	0,515			
SNP	Strop ciepło do dołu	1,133	0,170	0,170	1,805	0,554			
SZN1	Ściana zewnętrzna	0,430	0,130	0,040	0,724	1,380			
SZN2	Ściana zewnętrzna	0,700	0,130	0,040	1,075	0,930			
SZN3	Ściana zewnętrzna	0,750	0,130	0,040	1,140	0,877			
SZN4	Ściana zewnętrzna	0,820	0,130	0,040	1,231	0,812			
SZN5	Ściana zewnętrzna	0,850	0,130	0,040	1,270	0,787			
SZN6	Ściana zewnętrzna	0,900	0,130	0,040	1,335	0,749			
SZP	Ściana zewnętrzna	0,750	0,130	0,040	0,505	1,978			
SZPG	Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,725	0,948		1,253	0,798			

Obliczenia strumienia powietrza wentylacyjnego

Opis strefy	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]
1	2
Strefa I – piwnica nieogrzewana	
– 0,3 wymiany w ciągu godziny (pomieszczenia piwnic) 0,3 × 69,02 m ³	21
Razem strefa I	21
Strefa II – pomieszczenia nadziemna ogrzewane śr. do tem. 19,20 °C	
– 50 m ³ /h – łazienka (1× 50 m ³ /h)	50
– 0,5 wymiany w ciągu godziny – komunikacja 0,5 × 134,1 m ³	67
– 1 wymiana w ciągu godziny (pozostałe pomieszczenia) 1 × 552,3 m ³	552
Razem strefa II	669 × 1,10 = 736
RAZEM strefy I -II	757

Z 1.2 Określenie sprawności istniejącego systemu grzewczego

- Sprawność wytwarzania :
 $\eta_w = 1,00$ ¹⁾ kotłownia węglowa,
- Sprawność przesyłania :
 $\eta_p = 0,87$ instalacja c.o. w słabym stanie technicznym, bez izolacji termicznej,
- Sprawność regulacji i wykorzystania:
 $\eta_e = 0,75$ regulacja centralna,
- Sprawność akumulacji :
 $\eta_s = 1,00$ brak zasobnika buforowego,
- Współczynnik uwzględniający przerwę na ogrzewanie w okresie tygodnia:
 $w_t = 1,00$ brak przerw w ogrzewaniu.
- Współczynnik uwzględniający przerwę na ogrzewanie w ciągu doby:
 $w_d = 0,95$ przerwy 8 godz. w ogrzewaniu w ciągu doby,
- Całkowita sprawność systemu grzewczego :
 $\eta_o = \eta_g \times \eta_d \times \eta_e \times \eta_s = 1,00 \times 0,87 \times 0,75 \times 1,00 = 0,6525$

¹⁾ Ze względu na równoległe wykonywanie z audytem energetycznym budynku audytu energetycznego źródła ciepła, w celu uniknięcia „podwójnych” oszczędności energii cieplnej, współczynnik sprawności wytwarzania ciepła przyjęto równy jedności.

Z 1.3 Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

- liczba użytkowników 15 osób
- średnie roczne zużycie c.w.u. $V_{cw} = 11 \text{ m}^3$
- średnie dobowe zapotrzebowanie c.w.u. w budynku $q_{d\text{sr}} = 0,03 \text{ m}^3/\text{d}$
- średnie godzinowe zapotrzebowanie c.w.u. $q_{h\text{sr}} = 0,03 : 18 = 0,002 \text{ m}^3/\text{d}$
- zapotrzebowanie ciepła na ogrzanie 1 m^3 wody $Q_{cwj} = c_w \times \rho \times (t_c - t_z)$
 $Q_{cwj} = 4,2 \times 1\,000 \times (50 - 5) = 188\,550 \text{ kJ/m}^3 = 0,189 \text{ GJ/m}^3$
- moc cieplna z urządzeń elektrycznych $\Phi = 4,20 \text{ kW}$
- zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. $Q_{cw} = 2,09 \text{ GJ}$
- koszt podgrzewu c.w.u.
 (z opłatą stałą i abonamentową dla mocy zamówionej) 478 zł
- średni koszt 1 m^3 c.w.u. 43,62 zł/m³

Określenie sprawności istniejącego systemu c.w.u.

1. Sprawność wytwarzania :
 $\eta_g = 0,99$ elektryczne podgrzewacze wody ($\eta_g = 0,99 - 1,00$),
2. Sprawność przesyłania :
 $\eta_d = 1,00$ źródło ciepła w pomieszczeniu,
3. Sprawność wykorzystania:
 $\eta_e = 1,00$,
4. Sprawność akumulacji :
 $\eta_s = 1,00$ brak zasobnika.

Z 1.4 Jednostkowe koszty energii cieplnej dla stanu istniejącego

1. Koszt energii cieplnej, bez sprawności źródła, przed termomodernizacją:

Średni koszt paliwa: 650 zł/tonę (dane inwestora),
Wartość opałowa: 20 000 kJ/kg.

$$K_e = (650 \text{ zł} \times 1000) / 20\,000 = \mathbf{32,50 \text{ zł/GJ}}$$

2. Koszt energii cieplnej, ze sprawnością źródła, przed termomodernizacją:

$$K_e = 32,50 / 0,55 = \mathbf{59,09 \text{ zł/GJ}}$$

3. Energia cieplna uzyskiwana w elektrycznym zasobniku c.w.u. – przed termomodernizacją

TABELA CEN I STAWEK OPŁAT W GRUPIE TARYFOWEJ C11
(Taryfa Operatora Systemu Dystrybucyjnego Elektroenergetycznego PGE Dystrybucja Białystok Sp. z o.o.)

CENA LUB STAWKA	GRUPA TARYFOWA
	C11
Obrót	
Cena za energię elektryczną czynną w zł/kWh:	
- całodobową	0,2699
Stawka opłaty abonamentowej w zł/m-c/ układ pom.-rozl. *	2,65
Przesyłanie i dystrybucja	
Składnik zmienny stawki sieciowej w zł/kWh:	
- całodobowy	0,1828
Składnik stały stawki sieciowej w zł/kW/m-c	1,76
Stawka opłaty abonamentowej w zł/m-c/ układ pom.-rozl. **	2,34

* stawka opłaty abonamentowej stosowana wobec odbiorców zakupujących zarówno energię elektryczną, jak i usługi przesyłowe

** stawka opłaty abonamentowej stosowana wobec odbiorców zakupujących jedynie usługi przesyłowe

Koszt energii cieplnej wyniesie:

$$O_{0,1z \text{ cwu}} = ((0,2699 + 0,1828) \times 278 \times 1,22) = \mathbf{153,54 \text{ zł/GJ}}$$

Opłata za moc z przesyłem wyniesie:

$$O_{0,1m \text{ cwu}} = 1,76 \times 1,22 \times 1000 = \mathbf{2\,150 \text{ zł/MW/m-c}}$$

Opłata abonamentowa:

$$Ab_{0,1 \text{ cwu}} = 2,65 \times 1,22 = \mathbf{3,23 \text{ zł/m-c}}$$

ZAŁĄCZNIK 2

Wydruk obliczeń zapotrzebowania na ciepło i mocy

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

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Budynek UM - TYKOCIN	
Miejscowość:	Tykocin	
Adres:	ul. Złota 2	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790 - miesięcznie	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	IV	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-22	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	6,9	°C
Stacja meteorologiczna:	Białystok	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m3·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	325,7	m2
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	875,1	m3
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	32065	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	10484	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	42487	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	42487	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	130,4	W/m2
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	48,6	W/m3
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	41,7	m3/h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m,infv}$:		m3/h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$:		m3/h
Powietrze nawiewane mech. V_{su} :		m3/h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$:		m3/h
Powietrze usuwane mech. V_{ex} :		m3/h
Średnia liczba wymian powietrza n :	0,9	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	757,0	m3/h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-22,0	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Białystok	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie V_v,H :	757,0	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	351,29	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	97581	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	326	m2
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	875,1	m3

Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EAH:	1078,5	MJ/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EAH:	299,6	kWh/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EVH:	401,4	MJ/(m3·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EVH:	111,5	kWh/(m3·rok)
Parametry obliczeń projektu:			
Obliczanie przenikania ciepła przy min. Δθmin:	4,0	K	
Wariant obliczeń strat ciepła do pomieszczeń w sąsiednich grupach:			
Obliczaj zgodnie z EN 12831:2006			
Obliczaj straty do pomieszczeń w sąsiednich			
budynkach tak jak by były nieogrzewane:	Nie		
Obliczanie automatyczne mostków cieplnych:	Tak		
Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną:	Nie		
Domyślne dane do obliczeń:			
Typ budynku:	Biurowy lub adm.		
Typ konstrukcji budynku:	Średnia		
Typ systemu ogrzewania w budynku:	Konwekcyjne		
Oslabienie ogrzewania:	Bez osłabienia		
Regulacja dostawy ciepła w grupach:	Centralna reg.		
Stopień szczelności obudowy budynku:	Niski		
Krotność wymiany powietrza wewn. n50:	5,0	1/h	
Klasa osłonięcia budynku:	Średnie osłonięcie		
Domyślne dane dotyczące wentylacji:			
System wentylacji:	Naturalna		
Temperatura powietrza nawiewanego θsu:		°C	
Temperatura powietrza kompensacyjnego θc:	20,0	°C	
Domyślne dane dotyczące rekuperacji i recyrkulacji:			
Temperatura dopływającego powietrza θex,rec:	20,0	°C	
Projektowa sprawność rekuperacji ηrecup:	70,0	%	
Sezonowa sprawność rekuperacji ηE,recup:	49,0	%	
Projektowy stopień recyrkulacji ηrecir:		%	
Sezonowy stopień recyrkulacji ηE,recir:		%	
Geometria budynku:			
Rzędna poziomu terenu:	0,00	m	
Domyślna rzędna podłogi Lf:	0,00	m	
Rzędna wody gruntowej:	-3,50	m	
Domyślna wysokość kondygnacji H:		m	
Domyślna wys. pomieszczeń w świetle stropów Hi:	2,71	m	
Pole powierzchni podłogi na gruncie Ag:	77,76	m2	
Obwód podłogi na gruncie w świetle ścian zewn. Pg:	51,35	m	
Obrót budynku:	Bez obrotu		
Statystyka budynku:			
Liczba kondygnacji:	0		
Liczba stref budynku:			
Liczba grup pomieszczeń:	1		
Liczba pomieszczeń:	2		

Z 2.2 Zapotrzebowanie na ciepło i moc grzewczą w poszczególnych wariantach termomodernizacji budynku

WARIANT 1 - OPTYMALNY

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Budynek UM - TYKOCIN	
Miejscowość:	Tykocin	
Adres:	ul. Złota 2	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790 - miesięcznie	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	IV	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-22	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	6,9	°C
Stacja meteorologiczna:	Białystok	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m3·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	325,7	m2
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	875,1	m3
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	9310	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	9546	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	18794	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	18794	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	57,7	W/m2
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	21,5	W/m3
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	41,7	m3/h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m,infv}$:		m3/h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$:		m3/h
Powietrze nawiewane mech. V_{su} :		m3/h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$:		m3/h
Powietrze usuwane mech. V_{ex} :		m3/h
Średnia liczba wymian powietrza n :	0,8	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	690,0	m3/h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-22,0	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Białystok	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie V_v,H :	690,0	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	150,03	GJ/rok

Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie	QH,nd:	41675	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku	AH:	326	m2
Kubatura ogrzewana budynku	VH:	875,1	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EAH:	460,6	MJ/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EAH:	127,9	kWh/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EVH:	171,4	MJ/(m3·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EVH:	47,6	kWh/(m3·rok)
Parametry obliczeń projektu:			
Obliczanie przenikania ciepła przy min. Δθmin:	4,0	K	
Wariant obliczeń strat ciepła do pomieszczeń w sąsiednich grupach:			
Obliczaj zgodnie z EN 12831:2006			
Obliczaj straty do pomieszczeń w sąsiednich			
budynkach tak jak by były nieogrzewane:	Nie		
Obliczanie automatyczne mostków cieplnych:	Tak		
Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną:	Nie		
Domyślne dane do obliczeń:			
Typ budynku:	Biurowy lub adm.		
Typ konstrukcji budynku:	Średnia		
Typ systemu ogrzewania w budynku:	Konwekcyjne		
Oslabienie ogrzewania:	Bez osłabienia		
Regulacja dostawy ciepła w grupach:	Centralna reg.		
Stopień szczelności obudowy budynku:	Niski		
Krotność wymiany powietrza wewn. n50:	5,0	1/h	
Klasa osłonięcia budynku:	Średnie osłonięcie		
Domyślne dane dotyczące wentylacji:			
System wentylacji:	Naturalna		
Temperatura powietrza nawiewanego θsu:		°C	
Temperatura powietrza kompensacyjnego θc:	20,0	°C	
Domyślne dane dotyczące rekuperacji i recyrkulacji:			
Temperatura dopływającego powietrza θex,rec:	20,0	°C	
Projektowa sprawność rekuperacji ηrecup:	70,0	%	
Sezonowa sprawność rekuperacji ηE,recup:	49,0	%	
Projektowy stopień recyrkulacji ηrecir:		%	
Sezonowy stopień recyrkulacji ηE,recir:		%	
Geometria budynku:			
Rzędna poziomu terenu:	0,00	m	
Domyślna rzędna podłogi Lf:	0,00	m	
Rzędna wody gruntowej:	-3,50	m	
Domyślna wysokość kondygnacji H:		m	
Domyślna wys. pomieszczeń w świetle stropów Hi:	2,71	m	
Pole powierzchni podłogi na gruncie Ag:	77,76	m2	
Obwód podłogi na gruncie w świetle ścian zewn. Pg:	51,35	m	
Obrót budynku:	Bez obrotu		
Statystyka budynku:			
Liczba kondygnacji:	0		
Liczba stref budynku:			
Liczba grup pomieszczeń:	1		
Liczba pomieszczeń:	2		

WARIANT 2

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Budynek UM - TYKOCIN	
Miejscowość:	Tykocin	
Adres:	ul. Złota 2	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790 - miesięcznie	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	IV	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-22	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	6,9	°C
Stacja meteorologiczna:	Białystok	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m3·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	325,7	m2
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	875,1	m3
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	11545	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	10442	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	21926	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	21926	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	67,3	W/m2
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	25,1	W/m3
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	41,7	m3/h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m,infv}$:		m3/h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$:		m3/h
Powietrze nawiewane mech. V_{su} :		m3/h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$:		m3/h
Powietrze usuwane mech. V_{ex} :		m3/h
Średnia liczba wymian powietrza n :	0,9	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	754,0	m3/h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-22,0	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Białystok	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie V_v,H :	754,0	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	171,28	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	47577	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	326	m2
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	875,1	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	525,8	MJ/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	146,1	kWh/(m2·rok)

Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EVH:	195,7	MJ/(m3·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EVH:	54,4	kWh/(m3·rok)
Parametry obliczeń projektu:			
Obliczanie przenikania ciepła przy min. Δθmin:	4,0	K	
Wariant obliczeń strat ciepła do pomieszczeń w sąsiednich grupach:			
Obliczaj zgodnie z EN 12831:2006			
Obliczaj straty do pomieszczeń w sąsiednich			
budynkach tak jak by były nieogrzewane:	Nie		
Obliczanie automatyczne mostków cieplnych:	Tak		
Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną:	Nie		
Domyślne dane do obliczeń:			
Typ budynku:	Biurowy lub adm.		
Typ konstrukcji budynku:	Średnia		
Typ systemu ogrzewania w budynku:	Konwekcyjne		
Oslabienie ogrzewania:	Bez osłabienia		
Regulacja dostawy ciepła w grupach:	Centralna reg.		
Stopień szczelności obudowy budynku:	Niski		
Krotność wymiany powietrza wewn. n50:	5,0	1/h	
Klasa osłonięcia budynku:	Średnie osłonięcie		
Domyślne dane dotyczące wentylacji:			
System wentylacji:	Naturalna		
Temperatura powietrza nawiewanego θsu:		°C	
Temperatura powietrza kompensacyjnego θc:	20,0	°C	
Domyślne dane dotyczące rekuperacji i recyrkulacji:			
Temperatura dopływającego powietrza θex,rec:	20,0	°C	
Projektowa sprawność rekuperacji ηrecup:	70,0	%	
Sezonowa sprawność rekuperacji ηE,recup:	49,0	%	
Projektowy stopień recyrkulacji ηrecir:		%	
Sezonowy stopień recyrkulacji ηE,recir:		%	
Geometria budynku:			
Rzędna poziomu terenu:	0,00	m	
Domyślna rzędna podłogi Lf:	0,00	m	
Rzędna wody gruntowej:	-3,50	m	
Domyślna wysokość kondygnacji H:		m	
Domyślna wys. pomieszczeń w świetle stropów Hi:	2,71	m	
Pole powierzchni podłogi na gruncie Ag:	77,76	m2	
Obwód podłogi na gruncie w świetle ścian zewn. Pg:	51,35	m	
Obrót budynku:	Bez obrotu		
Statystyka budynku:			
Liczba kondygnacji:	0		
Liczba stref budynku:			
Liczba grup pomieszczeń:	1		
Liczba pomieszczeń:	2		

WARIANT 3

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Budynek UM - TYKOCIN	
Miejscowość:	Tykocin	
Adres:	ul. Złota 2	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790 - miesięcznie	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	IV	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-22	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	6,9	°C
Stacja meteorologiczna:	Białystok	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m3·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	325,7	m2
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	875,1	m3
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	14570	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	10442	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	24950	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	24950	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	76,6	W/m2
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	28,5	W/m3
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	41,7	m3/h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m,infv}$:		m3/h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$:		m3/h
Powietrze nawiewane mech. V_{su} :		m3/h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$:		m3/h
Powietrze usuwane mech. V_{ex} :		m3/h
Średnia liczba wymian powietrza n :	0,9	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	754,0	m3/h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-22,0	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Białystok	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie V_v,H :	754,0	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	196,67	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	54630	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	326	m2
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	875,1	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{AH} :	603,8	MJ/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{AH} :	167,7	kWh/(m2·rok)

Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EVH:	224,7	MJ/(m3·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EVH:	62,4	kWh/(m3·rok)
Parametry obliczeń projektu:			
Obliczanie przenikania ciepła przy min. Δθmin:	4,0	K	
Wariant obliczeń strat ciepła do pomieszczeń w sąsiednich grupach:			
Obliczaj zgodnie z EN 12831:2006			
Obliczaj straty do pomieszczeń w sąsiednich			
budynkach tak jak by były nieogrzewane:	Nie		
Obliczanie automatyczne mostków cieplnych:	Tak		
Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną:	Nie		
Domyślne dane do obliczeń:			
Typ budynku:	Biurowy lub adm.		
Typ konstrukcji budynku:	Średnia		
Typ systemu ogrzewania w budynku:	Konwekcyjne		
Oslabienie ogrzewania:	Bez osłabienia		
Regulacja dostawy ciepła w grupach:	Centralna reg.		
Stopień szczelności obudowy budynku:	Niski		
Krotność wymiany powietrza wewn. n50:	5,0	1/h	
Klasa osłonięcia budynku:	Średnie osłonięcie		
Domyślne dane dotyczące wentylacji:			
System wentylacji:	Naturalna		
Temperatura powietrza nawiewanego θsu:		°C	
Temperatura powietrza kompensacyjnego θc:	20,0	°C	
Domyślne dane dotyczące rekuperacji i recyrkulacji:			
Temperatura dopływającego powietrza θex,rec:	20,0	°C	
Projektowa sprawność rekuperacji ηrecup:	70,0	%	
Sezonowa sprawność rekuperacji ηE,recup:	49,0	%	
Projektowy stopień recyrkulacji ηrecir:		%	
Sezonowy stopień recyrkulacji ηE,recir:		%	
Geometria budynku:			
Rzędna poziomu terenu:	0,00	m	
Domyślna rzędna podłogi Lf:	0,00	m	
Rzędna wody gruntowej:	-3,50	m	
Domyślna wysokość kondygnacji H:		m	
Domyślna wys. pomieszczeń w świetle stropów Hi:	2,71	m	
Pole powierzchni podłogi na gruncie Ag:	77,76	m2	
Obwód podłogi na gruncie w świetle ścian zewn. Pg:	51,35	m	
Obrót budynku:	Bez obrotu		
Statystyka budynku:			
Liczba kondygnacji:	0		
Liczba stref budynku:			
Liczba grup pomieszczeń:	1		
Liczba pomieszczeń:	2		

WARIANT 4

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Budynek UM - TYKOCIN	
Miejscowość:	Tykocin	
Adres:	ul. Złota 2	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790 - miesięcznie	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	IV	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-22	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	6,9	°C
Stacja meteorologiczna:	Białystok	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m3·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	325,7	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	875,1	m3
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	14849	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	10484	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	25271	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	25271	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	77,6	W/m2
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	28,9	W/m3
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	41,7	m3/h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m,infv}$:		m3/h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$:		m3/h
Powietrze nawiewane mech. V_{su} :		m3/h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$:		m3/h
Powietrze usuwane mech. V_{ex} :		m3/h
Średnia liczba wymian powietrza n:	0,9	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	757,0	m3/h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-22,0	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Białystok	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie V_v,H :	757,0	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	199,51	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	55420	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	326	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	875,1	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	612,5	MJ/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	170,1	kWh/(m2·rok)

Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EVH:	228,0	MJ/(m3·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EVH:	63,3	kWh/(m3·rok)
Parametry obliczeń projektu:			
Obliczanie przenikania ciepła przy min. Δθmin:	4,0	K	
Wariant obliczeń strat ciepła do pomieszczeń w sąsiednich grupach:			
Obliczaj zgodnie z EN 12831:2006			
Obliczaj straty do pomieszczeń w sąsiednich			
budynkach tak jak by były nieogrzewane:	Nie		
Obliczanie automatyczne mostków cieplnych:	Tak		
Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną:	Nie		
Domyślne dane do obliczeń:			
Typ budynku:	Biurowy lub adm.		
Typ konstrukcji budynku:	Średnia		
Typ systemu ogrzewania w budynku:	Konwekcyjne		
Oslabienie ogrzewania:	Bez osłabienia		
Regulacja dostawy ciepła w grupach:	Centralna reg.		
Stopień szczelności obudowy budynku:	Niski		
Krotność wymiany powietrza wewn. n50:	5,0	1/h	
Klasa osłonięcia budynku:	Średnie osłonięcie		
Domyślne dane dotyczące wentylacji:			
System wentylacji:	Naturalna		
Temperatura powietrza nawiewanego θsu:		°C	
Temperatura powietrza kompensacyjnego θc:	20,0	°C	
Domyślne dane dotyczące rekuperacji i recyrkulacji:			
Temperatura dopływającego powietrza θex,rec:	20,0	°C	
Projektowa sprawność rekuperacji ηrecup:	70,0	%	
Sezonowa sprawność rekuperacji ηE,recup:	49,0	%	
Projektowy stopień recyrkulacji ηrecir:		%	
Sezonowy stopień recyrkulacji ηE,recir:		%	
Geometria budynku:			
Rzędna poziomu terenu:	0,00	m	
Domyślna rzędna podłogi Lf:	0,00	m	
Rzędna wody gruntowej:	-3,50	m	
Domyślna wysokość kondygnacji H:		m	
Domyślna wys. pomieszczeń w świetle stropów Hi:	2,71	m	
Pole powierzchni podłogi na gruncie Ag:	77,76	m2	
Obwód podłogi na gruncie w świetle ścian zewn. Pg:	51,35	m	
Obrót budynku:	Bez obrotu		
Statystyka budynku:			
Liczba kondygnacji:	0		
Liczba stref budynku:			
Liczba grup pomieszczeń:	1		
Liczba pomieszczeń:	2		

WARIANT 5

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Budynek UM - TYKOCIN	
Miejscowość:	Tykocin	
Adres:	ul. Złota 2	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790 - miesięcznie	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	IV	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-22	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	6,9	°C
Stacja meteorologiczna:	Białystok	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m3·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	325,7	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	875,1	m3
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	23294	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	10484	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	33717	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	33717	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	103,5	W/m2
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	38,5	W/m3
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	41,7	m3/h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m,infv}$:		m3/h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$:		m3/h
Powietrze nawiewane mech. V_{su} :		m3/h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$:		m3/h
Powietrze usuwane mech. V_{ex} :		m3/h
Średnia liczba wymian powietrza n:	0,9	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	757,0	m3/h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-22,0	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Białystok	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie V_v,H :	757,0	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	271,84	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	75511	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	326	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	875,1	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	834,6	MJ/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	231,8	kWh/(m2·rok)

Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EVH:	310,6	MJ/(m3·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EVH:	86,3	kWh/(m3·rok)
Parametry obliczeń projektu:			
Obliczanie przenikania ciepła przy min. Δθmin:	4,0	K	
Wariant obliczeń strat ciepła do pomieszczeń w sąsiednich grupach:			
Obliczaj zgodnie z EN 12831:2006			
Obliczaj straty do pomieszczeń w sąsiednich			
budynkach tak jak by były nieogrzewane:	Nie		
Obliczanie automatyczne mostków cieplnych:	Tak		
Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną:	Nie		
Domyślne dane do obliczeń:			
Typ budynku:	Biurowy lub adm.		
Typ konstrukcji budynku:	Średnia		
Typ systemu ogrzewania w budynku:	Konwekcyjne		
Oslabienie ogrzewania:	Bez osłabienia		
Regulacja dostawy ciepła w grupach:	Centralna reg.		
Stopień szczelności obudowy budynku:	Niski		
Krotność wymiany powietrza wewn. n50:	5,0	1/h	
Klasa osłonięcia budynku:	Średnie osłonięcie		
Domyślne dane dotyczące wentylacji:			
System wentylacji:	Naturalna		
Temperatura powietrza nawiewanego θsu:		°C	
Temperatura powietrza kompensacyjnego θc:	20,0	°C	
Domyślne dane dotyczące rekuperacji i recyrkulacji:			
Temperatura dopływającego powietrza θex,rec:	20,0	°C	
Projektowa sprawność rekuperacji ηrecup:	70,0	%	
Sezonowa sprawność rekuperacji ηE,recup:	49,0	%	
Projektowy stopień recyrkulacji ηrecir:		%	
Sezonowy stopień recyrkulacji ηE,recir:		%	
Geometria budynku:			
Rzędna poziomu terenu:	0,00	m	
Domyślna rzędna podłogi Lf:	0,00	m	
Rzędna wody gruntowej:	-3,50	m	
Domyślna wysokość kondygnacji H:		m	
Domyślna wys. pomieszczeń w świetle stropów Hi:	2,71	m	
Pole powierzchni podłogi na gruncie Ag:	77,76	m2	
Obwód podłogi na gruncie w świetle ścian zewn. Pg:	51,35	m	
Obrót budynku:	Bez obrotu		
Statystyka budynku:			
Liczba kondygnacji:	0		
Liczba stref budynku:			
Liczba grup pomieszczeń:	1		

ZAŁĄCZNIK 3

Rzuty i przekroje budynku

- Z 3.1 Rzut piwnic w skali 1:100,**
- Z 3.2 Rzut przyziemia w skali 1:100,**
- Z 3.3 Rzut piętra w skali 1:100,**
- Z 3.4 Przekrój A-A w skali 1:100,**
- Z 3.5 Przekrój B-B w skali 1:50,**
- Z 3.6 Przekrój C-C w skali 1:50.**

