


1. STRONA TYTUŁOWA

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Budynek użyteczności publicznej	1.2 Rok rozpoczęcia budowy	XX w.
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL*) (*w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości)	Właściciel i Zarządca: Miasto Grajewo ul. Strażacka 6A 19-200 Grajewo województwo: podlaskie tel.: 0,86 273 08 27	1.4 Adres budynku	
		ul. Strażacka 6 19-200 Grajewo województwo: podlaskie	
2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:			
Narodowa Agencja Poszanowania Energii S.A. 00-002 Warszawa, ul. Świętokrzyska 20 Oddział w Białymstoku 15-337 Białystok, ul. Pułaskiego 17 lok. U2 tel./fax /85/ 743 58 45 REGON: 010691500 NIP: 526-00-40-341		<p style="text-align: center;">NARODOWA AGENCJA POSZANOWANIA ENERGII S.A. 00-002 Warszawa, ul. Świętokrzyska 20 ODDZIAŁ W BIAŁYMSTOKU 15-337 Białystok, ul. Pułaskiego 17 lok. U2 NIP 526-00-40-341, tel./fax 85 743 58 45</p>	
3. Imię, nazwisko, adres oraz numer PESEL audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:			
dr inż. Wiesław Sarosiek ul. Skrzatów 27 15-151 Białystok pesel: 57022101699 tel. /085/ 74 35 845 kom. 0603 740 876 audytor KAPE S.A. nr 007		<p style="text-align: center;">dr inż. Wiesław Sarosiek uprawnienia projektowe i wykonawcze BL/14/91; izba inż. budownictwa PDL/BO/1313/01 audytor energetyczny nr 007 15-151 Białystok, ul. Skrzatów 27</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. Piotr Rynkowski	Obliczenia zapotrzebowania na ciepło. Optymalizacja termomodernizacji przegród budowlanych. Opis instalacji c.o. i c.w.u. Modernizacja systemu c.w.u. i systemu grzewczego. Zebranie danych do audytu energetycznego.	
5. Miejscowość: Białystok		data wykonania opracowania: wrzesień 2016 rok	

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	6
4. Inwentaryzacja techniczno – budowlana budynku.....	7
4.1. Dane ogólne o budynku	7
4.2. Uproszczona dokumentacja techniczna	8
4.3. Opis techniczny podstawowych elementów	8
4.4. Charakterystyka energetyczna	8
4.5. Charakterystyka systemu grzewczego	9
4.6. Charakterystyka instalacji c.w.u.	10
4.7. Charakterystyka systemu wentylacji.....	10
5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku	11
5.1. Przegrody zewnętrzne	11
5.2. System grzewczy	11
5.3. Instalacja ciepłej wody użytkowej.....	11
6. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego	13
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.....	14
7.2.2. Określenie usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących przygotowania ciepłej wody użytkowej.....	16
7.2.3. Zestawienie optymalnych usprawnień według rosnącej wartości SPBT	16
8.3.1. Zestawienie usprawnień systemu grzewczego, ich kosztów i efektów	17
8.3.2. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność cieplną systemu ogrzewania.....	19
7.3.3. Zestawienie usprawnień składających się na optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu ogrzewania	19
7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	20
7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych	20
7.4.2. Obliczenie poszczególnych wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych..	21
7.4.3. Ocena wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań „Ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów”.....	22
7.4.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	24
8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji.....	24
8.1. Opis robót	24
8.2. Charakterystyka finansowa	25
8.2. Dalsze działania inwestora	25
Z1. ZAŁĄCZNIK 1	27
Z2. ZAŁĄCZNIK 2	37
Z1.3 ANALIZA ZASTOSOWANIA INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ DLA CELÓW WŁASNYCH.....	49
Z1.4 MODERNIZACJA OŚWIETLENIA.....	51
Z5. ZAŁĄCZNIK 5	53

2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. Dane ogólne			
1.	Konstrukcja / technologia budynku	tradycyjna	
2.	Liczba kondygnacji	2 + piwnice pod częścią budynku	
3.	Kubatura budynku [m ³]	4 870,9	
4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	1 025,6	
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	—	
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	1 025,6	
7.	Liczba mieszkań	—	
8.	Liczba osób użytkujących budynek (dane inwestora)	20	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	elektryczne przepływowe podgrzewacze wody	
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	węzeł cieplny	
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,47	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	—	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody zewnętrznych		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
	[W/(m ² ·K)]		
1.	Ściany zewnętrzne piwnic w gruncie	0,61; 0,65; 0,67	0,61; 0,65; 0,67
2.	Ściany zewnętrzne piwnic nadziemia	1,07; 1,19; 1,25	0,17
3.	Ściany zewnętrzne nadziemia	0,99; 1,10	0,17
4.	Dach budynku	1,02	0,14
5.	Okna	3,00	0,90
6.	Drzwi zewnętrzne	2,20	2,20
3. Sprawności składowe systemu grzewczego			
1.	Sprawność wytwarzania	0,93	0,99
2.	Sprawność przesyłania	0,80	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,77	0,88
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,00	0,85
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,00	0,95
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,99	0,99
2.	Sprawność przesyłu [-]	1,00	1,00
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00

5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna*)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	kanały wentylacji grawitacyjnej, szczelności okien	kanały went. grawitacyjnej, nawiewniki
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	2 254,4	2 254,4
4.	Liczba wymian [1/h]	0,5	0,5
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	83,10	38,43
2.	Obliczeniowa maksymalna moc cieplna systemu grzewczego na przygotowanie c.w.u. [kW]	9,00	9,00
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	451,20	150,22
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	787,57	145,03
5.	Obliczeniowe zużycie energii do przygotowania c.w.u. [GJ/rok]	6,38	6,38
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	410,0 ¹⁾	—
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	— ²⁾	—
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² ·rok)]	122,20	40,69
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² ·rok)]	213,39	39,28
10.	Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną EP do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) wraz z urządzeniami pomocniczymi [kWh]	259 383,3	70 561,5
11.	Zmniejszenie rocznego zużycia energii pierwotnej EP w budynku [kWh]	188 821,8	
12.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	—	—
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Cena za 1 GJ na ogrzewanie [zł/GJ]	42,42	42,42
2.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł/MW/m-c]	12 099,45	12 099,45
3.	Cena za 1 GJ na potrzeby c.w.u. [zł/GJ]	156,88	156,88
4.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł/MW/m-c]	4 820,00	4 820,00
5.	Opłata stała na ogrzewania na miesiąc ^{**)} [zł/przyłącze/m-c]	—	—
6.	Opłata stała na ogrzewania na c.w.u. ^{**)} [zł/przyłącze/m-c]	25,45	25,45
7.	Opłata za podgrzanie 1 m ³ wody użytkowej [zł/m ³]	19,91	19,91
8.	Opłata za ogrzanie 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/m ² rok]	44,3	38,8
9.	Opłata roczna za ogrzewanie i c.w.u. ²⁾ [zł/rok]	47 300	13 558

8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu [zł]	429 635,00	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	80,9 %
Planowane koszty całkowite [zł]	429 635,00	Premia termomodernizacyjna [zł]	67 484,00
Roczna oszczędność kosztów energii [zł]	33 742		
<p>¹⁾ Zamówiona moc cieplna w Przedsiębiorstwie Energetyki Ciepłej Sp. z o.o. w Grajewie wynosi 0,1500 MW). Wartość zużycia energii cieplnej dla budynku dotyczy tylko c.o.</p> <p>²⁾ Brak opomiarowania zużycia ciepła na potrzeby c.w.u.</p> <p>³⁾ Opłata roczna oraz wielkość oszczędności wynika z zastosowanych do jej wyznaczenia: obliczeniowych mocy cieplnych, obliczeniowych temperatur wewnętrznych w budynku oraz standardowego sezonu grzewczego.</p>			

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

Dostępna dokumentacja projektowa:

- Projekt remontu w celu przystosowania budynku do potrzeb Urzędu Miasta w Grajewo, wykonany przez pracownię projektową „Architekt”, 19-200 Grajewo, ul. Ełcka 27/7, 2007 rok.

Inne dokumenty:

- stawki opłat za energię ciepłą podana przez Inwestora,
- aktualne normy, katalogi i cenniki lokalnych firm budowlano-instalacyjnych,
- inwentaryzacja na potrzeby audytu energetycznego wykonane przez Narodową Agencję Poszanowania Energii w Białymstoku, Oddział w Białymstoku, 2016 r.

Osoby udzielające informacji:

Tomasz Poniatowski – Kierownik Referatu Pozyskiwania Środków w UM Grajewo (tel. 86 273 08 27).

Data wizji lokalnej:

- 6 sierpnia 2016 r.

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

- obniżenie kosztów eksploatacji budynku UM w Grajewie,
- wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów,
- spełnienie przez budynek wymagań ochrony cieplnej budynku które będą obowiązywały w Polsce od 1 stycznia 2021 r. (według Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 5 lipca 2013 r. zmieniającego rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie),
- należy przewidzieć docieplenie ścian zewnętrznych budynku,
- należy przewidzieć docieplenie dachu nad budynkiem,
- należy wymienić stare okna w budynku,
- uwzględnić wymianę istniejącej starej instalacji c.o. na nową instalację c.o.

Zadeklarowany maksymalny udział własny na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

- wkład własny wynosi **0,00 zł.**
- kwota kredytu: **429 635,00 zł.**

4. INWENTARYZACJA TECHNICZNO – BUDOWLANA BUDYNKU

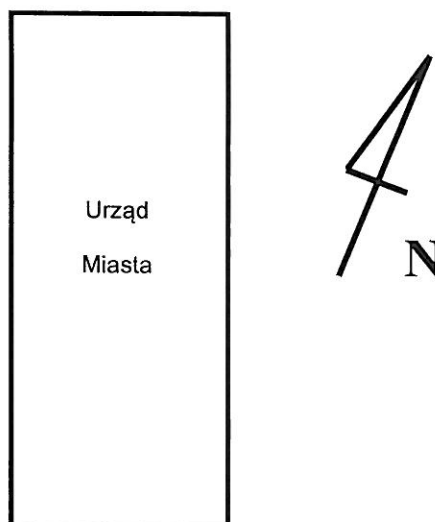
4.1. Dane ogólne o budynku

Inwestor	Urząd Miasta w Grajewie
Przeznaczenie budynku	Urząd Miasta
Adres	19 – 200 Grajewo, ul. Strażacka 6
Rodzaj budynku	użyteczności publicznej

Rok budowy	XX w.	Rok zasiedlenia	XX w.
Technologia budynku	tradycyjna		
1. Powierzchnia zabudowy (m²)	519,84	11. Liczba klatek schodowych	2
2. Kubatura obiektu (m³)	4 870,9	12. Liczba kondygnacji	2 oraz piwnica
3. Kubatura ogrzewana / pomieszczeń ogrzewanych (m³)	2 817,9	13. Wysokość kondygnacji w świetle (m)	2,87 – piwnice, 3,69 – parter i piętro
4. Powierzchnia użytkowa obiektu (m²)	1 025,6	14. Liczba osób	20
5. Powierzchnia mieszkalna (m²)	—	15. Liczba pomieszczeń (średnia do obliczeń)	49
6. Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym (m²)	—	16. Liczba pomieszczeń o powierzchni < 50 m²	49
7. Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy (wartość szacunkowa) (m²)	292,2	17. Liczba pomieszczeń o powierzchni 50÷100m²	0
8. Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (sklepy, itp.)(m²)	—	18. Liczba pomieszczeń o powierzchni > 100 m²	0
9. Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części obiektu (m²)		19. Liczba WC w łazience	—
10. Obiekt podpiwniczony	tak	20. Liczba WC	4

4.2. Uproszczona dokumentacja techniczna

Uproszczone dokumentację techniczną (szkic rzutów i przekrojów budynku oraz fotografie) zawiera załącznik Z3. Poniżej przedstawiony został szkic usytuowania budynku względem stron świata.



Rysunek 1. Usytuowanie obiektu względem stron świata.

4.3. Opis techniczny podstawowych elementów

Budynek Urzędu Miasta przy ul. Strażackiej 6 jest budynkiem wolnostojącym.

Wykonany jest w technologii tradycyjnej.

Ściany fundamentowe betonowe grubości 65 – 70 cm. Ściany zewnętrzne piwnicy murowane z cegły grubości 65-70 cm. Ściany zewnętrzne nadziemne wykonane są z cegły ceramicznej pełnej o grubości 53 i 65 cm na zaprawie cementowo-wapiennej, pokryte obustronnie tynkiem cementowo-wapiennym.

Więźba dachowa wykonana w konstrukcji drewnianej, krokwiowo-płatwiowej, w stanie technicznym dobrym. Więźba dachowa drewniana kryta blachą.

Stolarka okienna stara, podwójnie szklona, w słabym stanie technicznym. Dla istniejących okien przyjęto wartość $U = 3,00 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Drzwi wejściowe zostały wymienione na nowe, metalowe.

4.4. Charakterystyka energetyczna

Obliczenia zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku wykonano zgodnie z normą PN-EN ISO 13790:2009 Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia.

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

Dodatkowo wykorzystano następujące normy i rozporządzenia:

- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 września 2015 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego,

- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej,
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 5 lipca 2013 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-03430Az3:2000 „Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej”.

Obliczenia wykonano przy pomocy programu komputerowego Audytor OZC 6.6 Pro, dla danych meteorologicznych ze stacji Białystok.

Wyniki obliczeń przedstawiono poniżej:

- szczytowa moc grzewcza (zapotrzebowanie na moc cieplną z obliczeń) .. $q_{moc} = 88,91$ kW,
- sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania w standardowym sezonie grzewczym $Q_H = 572,48$ GJ/rok,
- sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania w standardowym sezonie grzewczym po uwzględnieniu sprawności systemu c.o. $Q_S = 999,27$ GJ/rok,

Koszt energii cieplnej

Opłaty ponoszone przez odbiorcę energii cieplnej w stanie istniejącym i po modernizacji bryły budynku wynoszą:

- łączna opłata za ciepło - **42,42 zł/GJ** (bez uwzględnienia sprawności źródła ciepła),
- łączna opłata za moc cieplną - **12 099,45zł/MW/m-c.**

Podane ceny są cenami brutto.

Tabele wysokości cen i stawek opłat zawiera Załącznik **Z1.3.**

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 wg PN-73/H-74200
Izolacja sieci przewodów poziomych	izolacja wg PN-63/6755-04
Grzejniki	
Typ	grzejniki żeliwne
Zasłonięcie	brak
Zawory termostacyjne	brak
Ilość dni ogrzewania w tygodniu	7 dni
Ilość godzin ogrzewania w ciągu doby	24

Istniejącą instalację można scharakteryzować współczynnikami sprawności przedstawionymi w tabeli.

Wyszczególnienie współczynnika	Wartość
1	2
Wytwarzania ciepła – węzeł cieplny bez obudowy powyżej 100 kW (zasilający dwa obiekty)	$\eta_g = 0,93$
Przesyłania ciepła – przewody z izolacją w przestrzeni ogrzewanej	$\eta_d = 0,80$
Regulacji i wykorzystanie systemu grzewczego – regulacja centralna i miejscowa	$\eta_e = 0,77$ $\eta_e' = 1,00$
Sprawność akumulacji – brak zbiornika buforowego	$\eta_s = 1,00$
Uwzględnienie przerw w ogrzewaniu w okresie tygodnia	$w_t = 1,00$
Uwzględnienie przerw w ogrzewaniu w okresie doby (uwzględnienie pracy zaworów termostatycznych)	$w_d = 1,00$
Sprawność całkowita systemu grzewczego	$\eta_0 = \eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_e \cdot \eta_s = 0,5729$

4.6. Charakterystyka instalacji c.w.u.

W budynku, w toaletach są zainstalowane przepływowe podgrzewacze wody. Przyjęta w obliczeniach łączna moc cieplna wszystkich podgrzewaczy elektrycznych wynosi 9,0 kW.

Przewody zasilające wody zimnej wykonano z rur stalowych ocynkowanych łączonych na gwint. Instalacja wody zimnej prowadzona jest równolegle do rur wody zimnej.

4.7. Charakterystyka systemu wentylacji

Wymiana powietrza w budynku odbywa się za pomocą wentylacji grawitacyjnej. Strumień powietrza wentylacyjnego dla całego budynku obliczono zgodnie z wymaganiami zawartymi w PN-83/B-03430/Az3:2000 „Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej”. Wynosi on 2 254,4 m³/h.

4.8. Charakterystyka źródła ciepła

Źródłem ciepła na potrzeby centralnego ogrzewania jest węzeł cieplny, zlokalizowany w sąsiednim budynku Urzędu Miasta (ul. Strażacka 6A). Czynnik grzejny jest przekazywany z węzła cieplnego siecią niskotemperaturową do rozdzielaczy w analizowanym obiekcie. Istniejący układ pompowy wymusza krążenie czynnika w instalacji centralnego ogrzewania. Obecnie sterowanie układem odbywa się ręcznie, poprzez włączenie lub wyłączenie pomp obiegowych. Stan armatury, pomp obiegowych instalacji c.o. jest w stanie technicznym słabym. Nie są stosowane żadne automatyczne obniżenia temperatury czynnika grzewczego w tygodniu i w czasie doby.

Stan techniczny węzła cieplnego (budynek sąsiedni) jest słaby.

Po ustaleniach z Inwestorem, przewiduje się modernizacji źródła ciepła, polegającą na wykonaniu całkowicie nowego węzła cieplnego w budynku.

5. OCENA AKTUALNEGO STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU

5.1. Przegrody zewnętrzne

Przegrody zewnętrzne rozpatrywanego obiektu charakteryzują się niedostateczną izolacyjnością termiczną wynikającą z braku efektywnej izolacji termicznej. Współczynniki przenikania ciepła przegród przekraczają aktualnie wymagane wartości, budynek nie spełnia obowiązujących obecnie wymagań odnośnie racjonalizacji użytkowania energii.

5.2. System grzewczy

Czynnikiem grzejnym w instalacji centralnego ogrzewania jest woda o parametrach pracy 90/70°C. Czynnik grzejnny jest dostarczany z węzła cieplnego, zlokalizowanego w sąsiednim budynku Urzędu Miasta (ul. Strażacka 6A)..

Elementami grzejnymi są stare grzejniki żeliwne członowe. Grzejniki żeliwne są zanieczyszczone produktami korozji. Na grzejnikach brak jest zaworów termostatycznych z głowicami termostatycznymi. Istniejące zawory przygrzejnikowe nie dają możliwości dokonania jakiegokolwiek regulacji. Nie dają one możliwości dyskontowania zysków, w przypadku, gdy temperatura w pomieszczeniu osiągnie wartość wyższą od wymaganej - ogrzanie pomieszczenia zyskami bytowymi lub energią słoneczną.

Po ustaleniach z Inwestorem w audycie energetycznym proponuje się wymianę istniejącej instalacji c.o. na całkowicie nową instalację grzewczą.

5.3. Instalacja ciepłej wody użytkowej

Brak jest instalacji ciepłej wody użytkowej. Ciepła woda na cele użytkowe przygotowywana jest w przepływowych podgrzewaczach wody.

Nie przewiduje się modernizacji układu dostarczającego ciepło do podgrzania wody użytkowej w budynku Urzędu Miasta w Grajewie.

Zestawienie stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy.

l.p.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1.	<p><u>Przegrody zewnętrzne</u> Przegrody zewnętrzne budynku mają wysokie wartości współczynnika przenikania ciepła U [$W/(m^2 \cdot K)$]:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ściany zewnętrzne piwnic. $U = 0,61; 0,65;$ $0,67; 1,07; 1,19; 1,25;$ - ściany zewnętrzne nadziemia. . $U = 0,99; 1,10;$ - dach..... $U = 1,02.$ 	<p>Należy docieplić przegrody zewnętrzne części nadziemnej budynku. Maksymalne wartości współczynnika U [$W/(m^2 \cdot K)$]:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ściany - $U = 0,20$ - dachy, stropodach i stropy pod nieogrzewanymi poddaszami- $U = 0,15$
2.	<p><u>Okna / naświetla</u> Okna są w słabym stanie technicznym, współczynnik $U=3,00 W/(m^2 \cdot K)$.</p>	<p>Wskazana wymiana starych okien i naświetli na szczelne, o niskim współczynniku U (nie większym niż 0,90) - pod warunkiem opłacalności.</p>
3.	<p><u>Drzwi wejściowe</u> Drzwi wejściowe w dobrym stanie technicznym o współczynniku $U=2,60 W/(m^2 \cdot K)$.</p>	<p>Ze względu na dobry stan techniczny drzwi, nie przewiduje się wymiany drzwi zewnętrznych na nowe</p>
4.	<p><u>Wentylacja</u> <i>Wentylacja grawitacyjna.</i> W okresie zimowym może okresowo występować nadmierny napływ zimnego powietrza do budynku przez stolarkę okienną, wpływający na zużycie ciepła na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego.</p>	<p>Wymiana starych okien na szczelne.</p>
5.	<p><u>System podgrzewu c.w.u.</u> Elektryczne, przepływowe, podgrzewacze wody</p>	<p>Nie przewiduje się zmian w systemie podgrzewu c.w.u.</p>
6.	<p><u>System ogrzewania</u> Instalacja centralnego ogrzewania tradycyjna, zasilana z węzła cieplnego w słabym stanie technicznym, system bez zaworów termostatycznych; grzejniki stare, zanieczyszczone. Instalacja rozregulowana hydraulicznie.</p>	<p>Proponuję się wykonanie nowego węzła cieplnego oraz całkowicie nowej instalacji c.o. wraz z nowymi grzejnikami i zaworami termostatycznymi na każdym z grzejników.</p>

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

I.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1.	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez ściany zewnętrzne budynku.	Ocieplenie ścian zewnętrznych metodą lekką-mokrą (styropian).
2.	Zmniejszenie strat ciepła przez dach (strop nad ostatnią kondygnacją)	Ocieplenie stropu (w przestrzeni dachowej) matami lub miękkimi płytami z wełny mineralnej
3.	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie oraz infiltrację przez okna.	Wymiana okien na nowoczesne okna szczelne, o niskim współczynniku U , ze skrzydłem uchylno – rozwieranym.
4.	Zmniejszenie strat ciepła na podgrzanie powietrza wentylacyjnego.	Wymiana okien na nowoczesne, szczelne, o niskim współczynniku U , ze skrzydłem uchylno – rozwieranym.
5.	Podwyższenie sprawności instalacji wewnętrznej centralnego ogrzewania.	Modernizacja instalacji grzewczej obejmująca: wykonanie nowego węzła cieplnego i nowej instalacji centralnego ogrzewania.

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) ocieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych,
 - b) ocieplenie ścian zewnętrznych piwnic,
 - c) ocieplenie dachu – stropu nad kondygnacją,
 - d) wymiana okien nadziemia,
- 2) Usprawnienia dotyczące systemu grzewczego budynku (zmniejszające zużycie ciepła):
 - a) wykonanie nowej instalacji c.o. i węzła cieplnego.

7.2. Wybór optymalnych usprawnień dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

Przy określaniu optymalnych usprawnień przyjęto następujące dane:

O_{z01} 45,61 zł/GJ (wartość uwzględniająca sprawność wytwarzania),
 O_{m01} 12 099,45 zł/MW/m-c.

t_{zo} -22,00 °C.

$t_{wo\ 16,00}$ 16,00°C (do optymalizacji docieplenia ścian zewnętrznych piwnic i ścian w gruncie),
 $t_{wo\ 18,00}$ 18,00°C (do optymalizacji docieplenia ścian zewnętrznych części nadziemnej budynku, dachu oraz wymiany okien),
 $Sd_{16,00}$ 3 167,40 dzień·K/rok,
 $Sd_{18,00}$ 3 631 40 dzień·K/rok.

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

Docieplenie stropu nad ostatnią kondygnacją (docieplenie dachu)

Stan istniejący: $U = 1,024\ W/(m^2 \cdot K)$

Dodatkowa izolacja: $\lambda = 0,040\ W/m \cdot K$ (maty z wełny mineralnej na stropie).

Powierzchnia przegrody: $519\ m^2$.

Powierzchnia do docieplenia: $519\ m^2$.

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. =	0,08	0,10	0,15	0,18	0,20	0,25	0,30	<i>m</i>
$U_{\text{śr.waż.}}$ =	0,34	0,29	0,21	0,18	0,17	0,14	0,12	<i>W/(m²·K)</i>
ΔR =	2,00	2,50	3,75	4,50	5,00	6,25	7,50	<i>(m²·K)/W</i>
Koszt jednostkowy =	97,60	102,00	113,00	119,60	124,00	135,00	146,50	<i>zł/m²</i>
N_u =	50 654	52 938	58 647	62 072	64 356	70 065	76 034	<i>zł</i>
SPBT =	6,91	6,77	6,84	7,00	7,13	7,53	7,99	<i>lat</i>

Uwagi: Przy ustalaniu kosztów modernizacji uwzględniono cenę materiału oraz robociznę.

Opłacalna ekonomicznie grubość docieplenia zapewniająca wymaganą minimalną wartość współczynnika przenikania ciepła dachów, stropodachów i stropów pod nieogrzewanymi poddaszami wg Warunków Technicznych, które będą obowiązywały od 1 stycznia 2021 r., $U_{Cmax} = 0,15\ W/(m^2 \cdot K)$ (przy $t_i \geq 16^\circ C$), wynosi 25 cm.

Koszt całkowity docieplenia stropu nad ostatnią kondygnacją wyniesie około:

$$519\ m^2 \times 135,00\ \text{zł}/m^2 = \underline{\underline{70\ 065\ \text{zł}}}.$$

Wymiana okien

Stan istniejący luksferów: $U_{\text{śr piw. i nadziemia}} = 1,85\ W/(m^2 \cdot K)$.

$C_{r0} = 1,30$ $C_{r1} = 1,00$
 $C_{m0} = 1,50$ $C_{m1} = 1,00$
 $C_{w0,1} = 1,00$
 $V_{\text{norm.}} = 2\ 150\ m^3/h$

$U_i =$	1,40	1,10	0,90	$W/(m^2 \cdot K)$
Koszt całkowity =	76 475	79 135	80 465	zł
SPBT =	10,53	9,85	9,42	lat

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

Koszt wymiany okien wraz z montażem wyniesie:

$$133 \text{ m}^2 \times (505 + 100) \text{ zł/m}^2 = \underline{\underline{80\ 465 \text{ zł}}}$$

Ściany kondygnacji nadziemnych budynku

Stan istniejący: $U_{sr.} = 1,046 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, (średnia ważona przegród o wsp. 0,99; 1,10 $W/((\text{m}^2 \cdot \text{K}))$).

Dodatkowa izolacja: $\lambda = 0,040 \text{ W}/\text{m} \cdot \text{K}$ (styropian, metoda BSO).

Powierzchnia przegrody: 581 m².

Powierzchnia do docieplenia: 715 m².

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. =	0,08	0,10	0,12	0,15	0,20	0,25	0,30	m
$U_{sr.waż.} =$	0,34	0,29	0,25	0,21	0,17	0,14	0,12	$W/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
$\Delta R =$	2,00	2,50	3,00	3,75	5,00	6,25	7,50	$(\text{m}^2 \cdot \text{K})/W$
Koszt jednostkowy =	156,00	160,00	164,00	170,00	180,00	190,00	200,50	zł/m ²
$N_u =$	111 540	114 400	117 260	121 550	128 700	135 850	143 358	zł
SPBT =	13,21	12,72	12,47	12,34	12,43	12,72	13,15	lat

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 okiennych i drzwiowych oraz uwzględniono dodatek na docieplenie ościeży i obróbki w wysokości 25%, uwzględniono koszt rusztowań.

Optymalna pod względem ekonomicznym grubość docieplenia wynosi 15 cm, jednakże ze względu na wymaganą minimalną wartość współczynnika przenikania ciepła ścian zewnętrznych wg Warunków Technicznych, które będą obowiązywały od 1 stycznia 2021 r., $U_{Cmax} = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ (przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$), przyjęto 20 cm.

Koszt całkowity docieplenia ścian zewnętrznych części nadziemnej budynku wyniesie:

$$715 \text{ m}^2 \times 180,00 \text{ zł/m}^2 = \underline{\underline{128\ 700 \text{ zł}}}$$

Ściany zewnętrzne piwnic ze ścianami w gruncie

Stan istniejący: $U_{sr.} = 0,821 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, (średnia ważona przegród o współczynnikach: 0,61; 0,65; 0,67; 1,07; 1,19; 1,25 $W/((\text{m}^2 \cdot \text{K}))$).

Dodatkowa izolacja: $\lambda = 0,032 \text{ W}/\text{m} \cdot \text{K}$ (styropian, metoda BSO).

Powierzchnia przegrody: 256 m².

Powierzchnia do docieplenia: 262 m².

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. =	0,08	0,10	0,12	0,15	0,20	0,25	0,30	m
$U_{\text{śr.waż.}}$ =	0,27	0,23	0,20	0,17	0,13	0,11	0,09	W/(m ² *K)
ΔR =	2,50	3,13	3,75	4,69	6,25	7,81	9,38	(m ² *K)/W
Koszt jednostkowy =	528,50	536,00	543,50	554,50	573,00	592,50	613,00	zł/m ²
N_U =	138 467	140 432	142 397	145 279	150 126	155 235	160 606	zł
SPBT =	53,37	50,78	49,22	47,88	47,05	47,14	47,73	lat

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 okiennych i drzwiowych oraz uwzględniono dodatek na docieplenie ościeży i obróbki w wysokości 25%, uwzględniono koszt rusztowań.

Optymalna pod względem ekonomicznym grubość docieplenia spełniająca wymaganą minimalną wartość współczynnika przenikania ciepła ścian zewnętrznych wg Warunków Technicznych, które będą obowiązywały od 1 stycznia 2021 r., $U_{Cmax} = 0,20$ W/(m²·K) (przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$), wynosi 20 cm.

Koszt całkowity docieplenia ścian piwnic ze ścianami w gruncie wyniesie:

$$262 \text{ m}^2 \times 573 \text{ zł/m}^2 = \underline{\underline{150 126 \text{ zł.}}}$$

7.2.2. Określenie usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących przygotowania ciepłej wody użytkowej

Nie przewiduje się zmian w systemie podgrzewu ciepłej wody użytkowej.

7.2.3. Zestawienie optymalnych usprawnień według rosnącej wartości SPBT

Wskazane w pkt. 7.1. i zoptymalizowane w pkt. 7.2.1. i 7.2.2. usprawnienia termomodernizacyjne zmierzające do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną uszeregowano w tabeli według rosnącej wartości SPBT.

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia Termo modernizacyjnego	SPBT [lat]	Planowany koszt robót [zł]
1	2	3	4
1.	nowe źródło ciepła i instalacja c.o.	9,40	140 405
2.	docieplenie stropu nad ostatnią kondygnacją	7,53	70 065
3.	wymiana okien	9,42	80 465
4.	docieplenie ścian kondygnacji nadziemnych	12,43	128 700
5.	docieplenie ścian zewnętrznych piwnic	47,05	150 126

7.3. Wybór optymalnego wariantu usprawnień termomodernizacyjnych poprawiających sprawność systemu grzewczego

8.3.1. Zestawienie usprawnień systemu grzewczego, ich kosztów i efektów

l.p.	Rodzaj usprawnienia	Koszt [zł]	Zmienione współczynniki sprawności
1	2	3	4
1.	Wykonanie nowego węzła cieplnego i instalacji c.o.	140 405	$\eta_g = 0,99$ $\eta_d = 0,96$ $\eta_e = 0,88$

Kalkulację cenową zamieszczoną poniżej sporządzono na podstawie cenników firm instalacyjnych, symulacji kosztów inwestycyjnych oraz „Katalogu cen jednostkowych robót i obiektów inwestycyjnych”, I kwartał 2016 roku.

Inwestycja	Ilość jedn.	Cena	Całkowity koszt
	szt.	zł/szt.	zł
Jednofunkcyjny węzeł cieplny c.o, automatyka pogodowa (regulator pogodowy wraz z czujnikiem temperatury zewnętrznej) o mocy 150 kW ¹⁾	1	14 250	14 250
Nowe grzejniki stalowe płytowe (cena średnia)	64	632	40 448
Zawór termostatyczny z głowicą termostatyczną (tzw. zespół termostatyczny)	64	107	6 848
Przelotowe zawory regulacyjne HERZ z możliwością pomiaru różnicy ciśnienia, figura skośna, $\phi 50$	2	534	1 068
Przelotowe zawory regulacyjne HERZ z możliwością pomiaru różnicy ciśnienia, figura skośna, $\phi 25$	16	200	3 200
RAZEM			65 814

Materialy (M)			65 814
Robocizna 18% od M (R)			11 847
Koszty pośrednie Ko (64,36% od R):			7 624
Koszty zakupu Kz (6,25% od M):			4 113
Zysk 10,38% od R i Ko			1 218

Inwestycja	Ilość jedn.	Cena	Całkowity koszt
	szt.	zł/szt.	zł
Demontaż orurowania	297	6	1 782
Demontaż istniejących grzejników	64	15	960
Zawory odcinające, ϕ 40	4	114	456
Przewody poziome ϕ 50, rurociągi w węzłach ciepłych	20	108	2 160
Przewody poziome ϕ 40	60	136	8 160
Przewody poziome ϕ 15	96	27	2 592
Przewody poziome ϕ 25	221	42	9 282
Próba szczelności z regulacją	297	3,0	891,0
Izolacja termiczna ϕ 40	60	27	1 620
Izolacja termiczna ϕ 50	20	27	540
Instalacja elektryczna węzła cieplnego ²⁾			4 456
Prace budowlane przy wykonaniu węzła cieplnego, montaż i uruchomienie węzła cieplnego ³⁾			8 912
Dokumentacja techniczna węzła cieplnego ⁴⁾			1 827
Dokumentacja techniczna instalacji c.o.			6 150
RAZEM			140 405

- 1) Przyjęty koszt nowego węzła cieplnego wynosi 47 970 zł. Koszty źródła ciepła zostały rozłożone na dwa budynki Urzędu Miasta przy ul. Strażackiej 6 i 6A, przy uwzględnieniu powierzchni użytkowej każdego z nich. Udział budynku UM przy ul. Strażackiej 6A to 29,7% kosztów całkowitych węzła cieplnego i wynosi 14 250 zł.
- 2) Analogicznie jak w p. powyżej. Udział budynku UM przy ul. Strażackiej 6 to 29,7% kosztów całkowitych instalacji elektrycznej 15 000 zł i wynosi on 4 456 zł.
- 3) Analogicznie jak powyżej. Udział budynku UM przy ul. Strażackiej 6 to 29,7% kosztów całkowitych prac - 30 000 zł i wynosi on 8 912 zł.
- 4) Analogicznie jak powyżej. Udział budynku UM przy ul. Strażackiej 6 to 29,7% kosztów całkowitych dokumentacji – 6 150 zł i wynosi on 1 827 zł.

Koszt wymiany instalacji c.o. wraz z nowym węzłem cieplnym wraz z niezbędną dokumentacją techniczną i pracami budowlanymi wyniesie około **140 405 zł.**

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

$$O_{0z1} = 42,42 \text{ zł/GJ}$$

$$O_{01m} = 12\,099,45 \text{ zł/MW/m-c}$$

$$Q_{0co} = 451,20 \text{ GJ/rok}$$

$$q_{0co} = 83,10 \text{ kW}$$

$$\eta_o = 0,5729$$

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

$$w_{t1} = 0,85; \quad w_{d1} = 0,95.$$

l.p.	Opis wariantu (wykaz usprawnień)	η_1	Q_{1co} [GJ/rok]	ΔQ_{rco} [zł/rok]	N_{co} [zł]	SPBT [lat]	NPV [zł]
1	2	3	4	5	6	7	8
0.	Stan istniejący	—	787,57	—	—	—	—
1.	Nowa instalacja c.o. oraz nowy węzeł cieplny	0,8364	435,61	14 930	140 405	9,40	58 809

Koszt realizacji wariantu przedsięwzięcia modernizacyjnego wyniesie około **140 405 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 – węzeł cieplny do 100 kW	$\eta_g = 0,93 \rightarrow 0,99$
2.	Przesyłanie ciepła – nowa instalacja c.o. z izolacją termiczną	$\eta_d = 0,80 \rightarrow 0,96$
3.	Regulacja i wykorzystanie systemu ogrzewania – zawory termostaticzne, zawory podpionowe, grzejniki płytowe, izolacja cieplna przewodów	$\eta_e = 0,77 \rightarrow 0,88$
4.	Akumulacja ciepła – bez zmian	$\eta_s = 1,00$
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia – automatyka kotłowni	$w_t = 1,00 \rightarrow 0,85$
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby – zawory termostaticzne	$w_d = 1,00 \rightarrow 0,95$
7.	Sprawność całkowita systemu $\eta = \eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_e \cdot \eta_s$	$\eta = 0,5729 \rightarrow 0,8364$

7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

W punkcie tym zamieszczono:

1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych,
2. Obliczenie zdyskontowanej wartości netto NPV wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych,
3. Ocenę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań „Ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów” z dnia 21 listopada 2008 roku oraz Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 roku.
4. 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 zewnętrzne piwnicy,
- ściany zewnętrzne nadziemia,
- dach,
- okna zewnętrzne,
- źródło ciepła i instalacja c.o.

Rozpatrywane są następujące warianty wymienione w tabeli poniżej.

Nr wariantu	Skrótowy zakres prac
1	<ul style="list-style-type: none"> – ściany zewnętrzne piwnicy, – ściany zewnętrzne nadziemia, – dach, – okna zewnętrzne, – źródło ciepła i instalacja c.o.
2	<ul style="list-style-type: none"> – ściany zewnętrzne nadziemia – okna zewnętrzne, – dach, – źródło ciepła i instalacja c.o.
3	<ul style="list-style-type: none"> – okna zewnętrzne, – dach, – źródło ciepła i instalacja c.o.
4	<ul style="list-style-type: none"> – dach, – źródło ciepła i instalacja c.o.
5	<ul style="list-style-type: none"> – źródło ciepła i instalacja c.o.

7.4.2. Obliczenie poszczególnych wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

$$O_{z01} = 42,42 \text{ zł/GJ},$$

$$O_{m01} = 12\,099,45 \text{ zł/MW/m-c.}$$

$$w_{i0} \cdot w_{d0} = 1,0000,$$

$$w_{i1} \cdot w_{d1} = 0,8075.$$

$$Q_{0co} = 451,20 \text{ GJ/rok}$$

$$Q_{0co}' = 787,57 \text{ GJ/rok}$$

$$Q_{01cwu} = 6,38 \text{ GJ/rok}$$

$$q_{0co} = 0,08310 \text{ MW (wartość obliczona),}$$

$$q_{0cwu} = 0,00900 \text{ MW (wartość obliczona),}$$

$$q_{0c.o.} = 0,15000 \text{ MW (moc zamówiona),}$$

$$\eta_0 = 0,5729$$

$$Q_{0r} = 47\,300 \text{ zł/rok}$$

Nr war.	Q_{1co} [GJ/rok]	Q_{1cw} [GJ/rok]	η_1	Q'_{1co} [GJ/rok]	q_{1co} [MW]	Q_{1r} [zł/rok]	ΔQ_r [zł/rok]	N * [zł]	SPBT [lata]	NPV [zł]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	132,62	6,38	0,8364	128,04	0,03368	12 147	35 153	579 761	16,49	-110 707
2	150,22	6,38	0,8364	145,03	0,03843	13 558	33 742	429 635	12,73	20 591
3	274,73	6,38	0,8364	265,24	0,05966	21 740	25 560	300 935	11,77	40 117
4	311,51	6,38	0,8364	300,75	0,06470	23 978	23 322	220 470	9,45	90 720
5	451,20	6,38	0,8364	435,61	0,08310	32 370	14 930	150 405	10,07	48 809

* nakład na przedsięwzięcie termomodernizacyjne powiększono o koszt wykonania audytu energetycznego i projektu termomodernizacyjnego, z kosztorysem i nadzorem w wysokości **10 000 zł brutto**.

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 za- potrzebowania na energię (z uwzględnie- niem sprawno- ści całkowitej)	Planowana kwota kredytu	Premia termomodernizacyjna		
		[zł]	[zł/rok]	[%]	[zł, %]	20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	- ściany zewnętrzne piwnicy, - ściany zewnętrzne nadziemia, - dach, - okna zewnętrzne, - źródło ciepła i instalacja c.o.	579 761,00	35 153,00	83,07%	0,00 zł 0,0% 579 761,00 zł 100,0%	115 952,20	92 761,76	70 306,00
2.	- ściany zewnętrzne nadziemia, - dach, - okna zewnętrzne, - źródło ciepła i instalacja c.o.	429 635,00	33 742,00	80,93%	0,00 zł 0,0% 429 635,00 zł 100,0%	85 927,00	68 741,60	67 484,00
3.	- dach, - okna zewnętrzne, - źródło ciepła i instalacja c.o.	300 935,00	25 560,00	65,79%	0,00 zł 0,0% 300 935,00 zł 100,0%	60 187,00	48 149,60	51 120,00

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność za- potrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawno- ści całkowitej)	Planowana kwota kredytu	Premia termomodernizacyjna		
		[zł]	[zł/rok]	[%]	[zł, %]	20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii
1	2	3	4	5	6	7	8	9
4.	- okna zewnętrzne, - źródło ciepła i instalacja c.o.	220 470,00	23 322,00	61,32%	0,00 zł 0,0% 220 470,00 zł 100,0%	44 094,00	35 275,20	46 644,00
5.	- źródło ciepła i instalacja c.o.	150 405,00	14 930,00	44,33%	0,00 zł 0,0% 150 405,00 zł 100,0%	30 081,00	24 064,80	29 860,00

* - wartość 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 2.

7.4.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Optymalnym jest **wariant nr 2**, obejmujący następujące usprawnienia:

- docieplenie ścian kondygnacji nadziemnych,
- docieplenie stropu nad ostatnią kondygnacją,
- wymianę okien,
- wykonanie nowego źródła ciepła i instalacji c.o.

8. OPIS TECHNICZNY OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO PRZEWIDZIANEGO DO REALIZACJI

8.1. Opis robót

W ramach wariantu 2 przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

1. Ocieplić strop nad ostatnią kondygnacją warstwą izolacji termicznej o oporze cieplnym $R = 6,25 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ (np. matami z wełny mineralnej o grubości 25 cm o $\lambda = 0,04 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$). Koszt ocieplenia 519 m^2 stropu wyniesie około **70 065 zł**.
2. Ocieplić ściany zewnętrzne nadziemna budynku warstwą izolacji termicznej o oporze cieplnym $R = 5,00 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ (np. metodą BSO z warstwą styropianu grubości 20 cm o $\lambda = 0,04 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$). Koszt docieplenia 715 m^2 ścian zewnętrznych nadziemna wyniesie **128 700 zł**.
3. Wymienić okna w budynku na nowe okna o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,90 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Koszt całkowity wymiany 133 m^2 okien na nowe wyniesie około **80 465 zł**.
4. Wykonać nowy węzeł cieplny według przygotowanej wcześniej dokumentacji technicznej węzła cieplnego oraz nową instalację centralnego ogrzewania. Prace związane z instalacją c.o. polegają na wymianie istniejących przewodów na nowe przewody, istniejących grzejników na nowe grzejniki stalowe płytowe, montażu zaworów termostatycznych na każdym grzejniku, montażu zaworów regulacyjnych. Rozdzielacz znajdujący się w piwnicy wraz z układem pompowym wymuszającym cyrkulację czynnika grzewczego należy wykonać nowy. Rodzaj użytych materiałów, rodzaju zaworów leży w gestii projektanta. Szacunkowy koszt prac wyniesie około **140 405 zł**.

Uwaga: Ze względu, że węzeł cieplny zasila w energię cieplną dwa obiekty, w pracach związanych z wykonaniem nowego węzła cieplnego, uwzględnione koszty dotyczą tylko udziału analizowanego obiektu.

Do wymienionych wyżej kosztów termomodernizacji należy dodać koszt wykonania audytu energetycznego, projektu i nadzoru w wysokości **10 000 zł**.

Podane ceny są kwotami brutto.

8.2. Charakterystyka finansowa

Kalkulowany koszt robót wyniesie	429 635,00 zł
Udział środków własnych inwestora	0,00 zł (0,00 %)
Kredyt bankowy	429 635,00 zł (100,00 %)
Przewidywana premia termomodernizacyjna	67 484,00 zł
Zdyskontowana wartość netto NPV dla pełnego wariantu przedsięwzięć termomodernizacyjnych.....	20 591 zł

8.2. Dalsze działania inwestora

W przypadku korzystania z „Ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów”:

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. Realizacja robót i odbiór techniczny.
6. Wystąpienie o premię termomodernizacyjną po wykonaniu inwestycji.
7. Ocena rezultatów przedsięwzięcia.
8. Spłata kredytu.

ZAŁĄCZNIK 1

Dane do audytu energetycznego

- Z1.1 Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych, strumienia powietrza wentylacyjnego i stref temperaturowych w budynku**
- Z1.2 Określenie sprawności istniejącego systemu grzewczego**
- Z1.3 Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej**
- Z1.4 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 W/(m·K)	R m ² ·K/W
DACH	m	Dach 113,5 cm		
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne				
DACH	0,7500	Opór przestrzemi dachowej		0,060
WEŁNA	0,2500	Maty z wełny mineralnej	0,040	6,250
SOSNA	0,0100	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	0,063
TROC- WAPNO	0,0800	Trociny z wapnem	0,150	0,533
SOSNA	0,0250	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	0,156
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,024
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]: 0,100				
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m ² ·K/W]: 0,040				
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]: 7,226				
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: 0,138				
POD_PIW Podłoga w piwnicy				
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne				
Ściana przy podłodze: SP_GR_85				
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Zgw: 1,50				
m				
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 1,70				
BET-CHUDY	0,0500	Podkład z betonu chudego.	1,050	0,048
PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	0,028
BET-CHUDY	0,1200	Podkład z betonu chudego.	1,050	0,114
PIASEK-ŚR	0,5000	Piasek średni.	0,400	1,250
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg, [m ² ·K/W]: 2,000				
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]: 3,440				
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: 0,291				

Audyt energetyczny budynku Urzędu Miasta w Grajewie przy ul. Strażackiej 6

SP_GR_80	Ściana zewnętrzna piwnicy 80 cm		
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne			
Podłoga przyległa do ściany: POD_PIW			
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 1,70			
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820 0,024
BETON-2200	0,7600	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęstość 2200 kg/m3.	1,300 0,585
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820 0,024
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg, [m2·K/W]: 0,855			
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]: 1,488			
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]: 0,672			
SP_GR_85	Ściana zewnętrzna piwnicy 85 cm		
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne			
Podłoga przyległa do ściany: POD_PIW			
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 1,70			
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820 0,024
BETON-2200	0,8100	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęstość 2200 kg/m3.	1,300 0,623
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820 0,024
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg, [m2·K/W]: 0,860			
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]: 1,532			
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]: 0,653			
SP_GR_97	Ściana zewnętrzna piwnicy 97 cm		
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne			
Podłoga przyległa do ściany: POD_PIW			
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 1,70			
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820 0,024
BETON-2200	0,9300	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęstość 2200 kg/m3.	1,300 0,715
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820 0,024
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg, [m2·K/W]: 0,871			
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]: 1,635			
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]: 0,611			

Audyt energetyczny budynku Urzędu Miasta w Grajewie przy ul. Strażackiej 6

SPIW_80	Ściana zewnętrzna piwnicy 80 cm		
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne			
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820 0,024
BETON-2200	0,7600	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęstość 2200 kg/m3.	1,300 0,585
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820 0,024
		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]:	0,803
		Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:	1,245
SPIW_85	Ściana zewnętrzna piwnicy 85 cm		
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne			
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820 0,024
BETON-2200	0,8100	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęstość 2200 kg/m3.	1,300 0,623
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820 0,024
		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]:	0,842
		Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:	1,188
SPIW_97	Ściana zewnętrzna piwnicy 97 cm		
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne			
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820 0,024
BETON-2200	0,9300	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęstość 2200 kg/m3.	1,300 0,715
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820 0,024
		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]:	0,934
		Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:	1,070

Audyty energetyczne budynków Urzędu Miasta w Grajewie przy ul. Strażackiej 6

SZ_NAD_57 Ściany zewnętrzne nadziemna gr 57 cm				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne				
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,024
CEGLA-PEEN	0,5300	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku) Mur z cegły ceramicznej pełnej.	0,770	0,688
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,024
			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]:	0,907
			Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:	1,102
SZ_NAD_65 Ściany zewnętrzne nadziemna gr 65 cm				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne				
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,024
CEGLA-PEEN	0,6100	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku) Mur z cegły ceramicznej pełnej.	0,770	0,792
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,024
			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]:	1,011
			Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:	0,989

Audyt energetyczny budynku Urzędu Miasta w Grajewie przy ul. Strażackiej 6

Symbol	Opis	U	A
		W/m ² ·K	m ²
DACH	Dach	0,138	519,17
DZ	Drzwi zewnętrzne	2,600	6,18
O_PIW	Okna piwnicy	0,900	5,50
ON	Okno zewnętrzne	0,900	127,79
POD_PIW	Podłoga w piwnicy	0,291	292,17
SP_GR_80	Ściana zewnętrzna piwnicy 80 cm	0,672	79,63
SP_GR_85	Ściana zewnętrzna piwnicy 85 cm	0,653	76,39
SP_GR_97	Ściana zewnętrzna piwnicy 97 cm	0,611	22,16
SPIW_80	Ściana zewnętrzna piwnicy 80 cm	1,245	33,63
SPIW_85	Ściana zewnętrzna piwnicy 85 cm	1,188	33,87
SPIW_97	Ściana zewnętrzna piwnicy 97 cm	1,070	10,37
SZ_NAD_57	Ściany zewnętrzne nadziemna gr 57 cm	1,102	293,47
SZ_NAD_65	Ściany zewnętrzne nadziemna gr 65 cm	0,989	287,03

Obliczenia strumienia powietrza wentylacyjnego

Opis strefy	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]
1	2
Strefa I – pomieszczenia w piwnicy ogrzewane śr. do temp. 16 °C	
– 0,5 wymiany w ciągu godziny 0,5 × 657,4 m ³	328,7
<i>Razem strefa I</i>	328,7
Strefa II – pomieszczenia ogrzewane śr. do temp. 18,00 °C	
– parter 0,5 wymiany w ciągu godziny 0,5 × 982,8 m ³	491,4
– I piętro 0,5 wymiany w ciągu godziny 0,5 × 1 177,8 m ³	588,9
<i>Razem strefa II</i>	1 080,3
<i>Powietrze infiltracyjne:</i>	
– piwnica,	236,7
– parter,	353,8
– I piętro.	424,0

Z1.2 OKREŚLENIE SPRAWNOŚCI ISTNIEJĄCEGO SYSTEMU GRZEWczego

1. Sprawność wytwarzania :

$\eta_g = 0,93$ węzeł cieplny powyżej 100 - 300 kW,

2. Sprawność przesyłania :

$\eta_d = 0,80$ przewody z niezaizolowanymi przewodami,

3. Sprawność regulacji i wykorzystania:

$\eta_e = 0,77$ regulacja centralna, $\eta_e' = 1,00$,

4. Sprawność akumulacji :

$\eta_s = 1,00$ brak zasobnika buforowego,

5. Współczynnik uwzględniający przerwę na ogrzewanie w okresie tygodnia:

$w_t = 1,00$ brak przerw w ogrzewaniu.

6. Współczynnik uwzględniający przerwę na ogrzewanie w ciągu doby:

$w_d = 0,95$ brak przerw w ogrzewaniu w ciągu doby (uwzględnienie pracy zaworów termostatycznych),

7. Całkowita sprawność systemu grzewczego :

$\eta_o = \eta_g \times \eta_d \times \eta_e \times \eta_s = 0,93 \times 0,80 \times 0,77 \times 1,00 = 0,5729$

Z1.3 OBLICZENIE ZAPOTRZEBOWANIA NA CIEPŁO I MOC CIEPLNĄ NA POTRZEBY PRZYGOTOWANIA CIEPŁEJ WODY UŻYTKOWEJ

- powierzchnia ogrzewana, budynek mieszkalny	1 025,6 m ²
- zapotrzebowanie ciepła na ogrzanie 1 m ³ wody	$Q_{cwj} = c_w \times \rho \times (t_c - t_z)$ $Q_{cwj} = 4,19 \times 1\ 000 \times (55 - 10) =$ $= 188\ 550\ \text{kJ/m}^3 = 0,189\ \text{GJ/m}^3$
- czas użytkowania	t _{uz} = 365 dni
- jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.	0,35 dm ³ /(m ² dzień)
- współczynnik korekcyjny kr	0,70
- zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u.	$Q_{0cw} = 1\ 753,29\ \text{kWh/rok}$ $= 6,31\ \text{GJ/rok}$
- sprawność wytwarzania ciepła	$\eta_{w,g} = 0,99$
- sprawność przesyłu ciepłej wody	$\eta_{w,d} = 1,00$
- sprawność akumulacji ciepła	$\eta_{w,s} = 1,00$
- sprawność wykorzystania	$\eta_{w,g} = 1,00$
- sprawność całkowita	$\eta_{w,tot} = 0,9900$
- zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w. ze sprawnością całkowitą c.w.	6,38 GJ/rok
- moc cieplna na cele cwu	9,00 kW
- opłata za 1 GJ podgrzewu c.w.	156,88 zł/GJ
- koszt podgrzewu c.w.	1 826 zł
- roczne zużycie c.w.u.	91,7 m ³
- średni koszt podgrzewu 1m ³ c.w.	19,91 zł/m ³ .

Określenie sprawności istniejącego systemu c.w.u.

1. Sprawność wytwarzania :

$\eta_g = 0,99$ przepływowy podgrzewacz c.w.u.,

2. Sprawność przesyłania :

$\eta_d = 1,00$ brak obiegów cyrkulacyjnych,

3. Sprawność wykorzystania:

$\eta_e = 1,00$;

4. Sprawność akumulacji :

$\eta_s = 1,00$ brak zasobnika.

Z1.4 Jednostkowe koszty energii cieplnej

Cennik stawek i opłat za ciepło w wodzie Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej Sp. z o.o. w Grajewie.

L.p.	Treść	Jednostka	Ceny i stawki opłat w zł.
			Brutto
1.	Moc zamówiona	zł/MW/m-c	<u>10 173,01</u>
2.	Przesył zmienny	zł/MW/m-c	<u>1 926,44</u>
3.	Energia cieplna	zł/GJ	<u>33,58</u>
4.	Przesył zmienny	zł/GJ	<u>8,84</u>

Koszt energii cieplnej bez sprawności źródła instalacji ciepłej wody użytkowej – energia elektryczna (na podstawie faktur)

Koszt energii cieplnej wyniesie:

$$O_{1z} = ((0,2140 + 0,0115 + 0,2333) \times 278 \times 1,23) = 156,88 \text{ zł/GJ}$$

Opłata za moc z przesyłem wyniesie:

$$O_{1m} = (3,07 + 0,85) \times 1,23 \times 1000 = 4 820,00 \text{ zł/MW/m-c}$$

Opłata abonamentowa:

$$Ab_{1cwu} = (17 + 3,69) \times 3,12 \times 1,23 = 25,45 \text{ zł/m-c}$$

ZAŁĄCZNIK 2

Wydruk obliczeń zapotrzebowania na ciepło

Z2.1. ZAPOTRZEBOWANIE NA CIEPŁO I MOC GRZEWCZĄ W STANIE ISTNIEJĄCYM BUDYNKU

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyt energetyczny	
	Urzędu Pracy	
Miejscowość:	Grajewo	
Adres:	ul. Strażacka 6A	
Projektant:	NAPE	
Data obliczeń:	Niedziela 9 Września 2016 8:23	
Data utworzenia projektu:	Niedziela 9 Września 2016 8:23	
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	
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/(m ³ ·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	1025,6	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	2817,9	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	64156	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	18938	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	83095	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	83095	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\Phi_{HL,A}$:	81,0	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\Phi_{HL,V}$:	29,5	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	507,2	m ³ /h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m,infv}$:		m ³ /h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$:		m ³ /h
Powietrze nawiewane mech. V_{su} :		m ³ /h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$:		m ³ /h
Powietrze usuwane mech. V_{ex} :		m ³ /h
Średnia liczba wymian powietrza n :	0,5	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	1409,0	m ³ /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-22,0	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Białystok	

Audyt energetyczny budynku Urzędu Miasta w Grajewie przy ul. Strażackiej 6

Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie			
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie Vv,H:		2254,4	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie	QH,nd:	451,20	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie	QH,nd:	125334	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku	AH:	1026	m2
Kubatura ogrzewana budynku	VH:	2817,9	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EAH:	440,0	MJ/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EAH:	122,2	kWh/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EVH:	160,1	MJ/(m3·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EVH:	44,5	kWh/(m3·rok)
Parametry obliczeń projektu:			
Obliczanie przenikania ciepła przy min. $\Delta\theta_{min}$:		4,0	K
Wariant obliczeń strat ciepła do pomieszczeń w sąsiednich grupach:			
Obliczaj z ograniczeniem do $\theta_{j,u}$			
Minimalna temperatura dyżurna $\theta_{j,u}$:		16	°C
Obliczaj straty do pomieszczeń w sąsiednich budynkach tak jak by były nieogrzewane:			
		Tak	
Obliczanie automatyczne mostków cieplnych:			
		Tak	
Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną:			
		Nie	
Domyślne dane do obliczeń:			
Typ budynku:		Biurowy lub adm.	
Typ konstrukcji budynku:		Bardzo ciężka	
Typ systemu ogrzewania w budynku:		Konwekcyjne	
Osłabienie ogrzewania:		Bez osłabienia	
Regulacja dostawy ciepła w grupach:		Indywidualna reg.	
Stopień szczelności obudowy budynku:		Bez próby szczelności przed 1995	
Krotność wymiany powietrza wewn. n50:		6,0	1/h
Klasa osłonięcia budynku:		Średnie osłonięcie	
Domyślne dane dotyczące wentylacji:			
System wentylacji:		Naturalna	
Temperatura powietrza nawiewanego θ_{su} :			°C
Temperatura powietrza kompensacyjnego θ_c :		20,0	°C
Domyślne dane dotyczące rekuperacji i recyrkulacji:			
Temperatura dopływającego powietrza $\theta_{ex,rec}$:		20,0	°C
Projektowa sprawność rekuperacji η_{recup} :		70,0	%
Sezonowa sprawność rekuperacji $\eta_{E,recup}$:		49,0	%
Projektowy stopień recyrkulacji η_{recir} :			%
Sezonowy stopień recyrkulacji $\eta_{E,recir}$:			%
Geometria budynku:			
Rzędna poziomu terenu:		-0,80	m
Domyślna rzędna podłogi Lf:			m
Rzędna wody gruntowej:		-3,25	m
Domyślna wysokość kondygnacji H:			m
Domyślna wys. pomieszczeń w świetle stropów Hi:			m
Pole powierzchni podłogi na gruncie Ag:		100,00	m2
Obwód podłogi na gruncie w świetle ścian zewn. Pg:		40,00	m
Obrót budynku:		Bez obrotu	

Z 2.2 ZAPOTRZEBOWANIE NA CIEPŁO I MOC GRZEWCZĄ W POSZCZEGÓLNYCH WARIANTACH TERMOMODERNIZACJI BUDYNKU

WARIANT 1

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyty energetyczny	
	Urzędu Pracy	
Miejscowość:	Grajewo	
Adres:	ul. Strażacka 6A	
Projektant:	NAPE	
Data obliczeń:	Niedziela 9 Września 2016 8:26	
Data utworzenia projektu:	Niedziela 9 Września 2016 8:26	
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	
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/(m ³ ·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	1025,6	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	2817,9	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	14736	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	18938	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	33675	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	33675	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\Phi_{HL,A}$:	32,8	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\Phi_{HL,V}$:	12,0	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	507,2	m ³ /h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m,infv}$:		m ³ /h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$:		m ³ /h
Powietrze nawiewane mech. V_{su} :		m ³ /h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$:		m ³ /h
Powietrze usuwane mech. V_{ex} :		m ³ /h
Średnia liczba wymian powietrza n :	0,5	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	1409,0	m ³ /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-22,0	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Białystok	

Audyt energetyczny budynku Urzędu Miasta w Grajewie przy ul. Strażackiej 6

Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie			
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie Vv,H:	2254,4	m3/h	
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	132,62	GJ/rok	
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	36838	kWh/rok	
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	1026	m2	
Kubatura ogrzewana budynku VH:	2817,9	m3	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	129,3	MJ/(m2·rok)	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	35,9	kWh/(m2·rok)	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	47,1	MJ/(m3·rok)	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	13,1	kWh/(m3·rok)	
Parametry obliczeń projektu:			
Obliczanie przenikania ciepła przy min. $\Delta\theta_{min}$:	4,0	K	
Wariant obliczeń strat ciepła do pomieszczeń w sąsiednich grupach:			
Obliczaj z ograniczeniem do $\theta_{j,u}$			
Minimalna temperatura dyżurna $\theta_{j,u}$:	16	°C	
Obliczaj straty do pomieszczeń w sąsiednich budynkach tak jak by były nieogrzewane:			
Obliczanie automatyczne mostków cieplnych:	Tak		
Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną:	Nie		
Domyślne dane do obliczeń:			
Typ budynku:	Biurowy lub adm.		
Typ konstrukcji budynku:	Bardzo ciężka		
Typ systemu ogrzewania w budynku:	Konwekcyjne		
Oslabienie ogrzewania:	Bez osłabienia		
Regulacja dostawy ciepła w grupach:	Indywidualna reg.		
Stopień szczelności obudowy budynku:	Bez próby szczelności przed 1995		
Krotność wymiany powietrza wewn. n50:	6,0	1/h	
Klasa osłonięcia budynku:	Średnie osłonięcie		
Domyślne dane dotyczące wentylacji:			
System wentylacji:	Naturalna		
Temperatura powietrza nawiewanego θ_{su} :		°C	
Temperatura powietrza kompensacyjnego θ_c :	20,0	°C	
Domyślne dane dotyczące rekuperacji i recyrkulacji:			
Temperatura dopływającego powietrza $\theta_{ex,rec}$:	20,0	°C	
Projektowa sprawność rekuperacji η_{recup} :	70,0	%	
Sezonowa sprawność rekuperacji $\eta_{E,recup}$:	49,0	%	
Projektowy stopień recyrkulacji η_{recir} :		%	
Sezonowy stopień recyrkulacji $\eta_{E,recir}$:		%	
Geometria budynku:			
Rzędna poziomu terenu:	-0,80	m	
Domyślna rzędna podłogi Lf:		m	
Rzędna wody gruntowej:	-3,25	m	
Domyślna wysokość kondygnacji H:		m	
Domyślna wys. pomieszczeń w świetle stropów Hi:		m	
Pole powierzchni podłogi na gruncie Ag:	100,00	m2	
Obwód podłogi na gruncie w świetle ścian zewn. Pg:	40,00	m	
Obrót budynku:	Bez obrotu		

WARIANT 2 – OPTYMALNY

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyt energetyczny	
	Urzędu Pracy	
Miejscowość:	Grajewo	
Adres:	ul. Strażacka 6A	
Projektant:	NAPE	
Data obliczeń:	Niedziela 9 Września 2016 8:28	
Data utworzenia projektu:	Niedziela 9 Września 2016 8:28	
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	
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/(m ³ ·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	1025,6	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	2817,9	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	19487	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	18938	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	38426	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	38426	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	37,5	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	13,6	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	507,2	m ³ /h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m,infv}$:		m ³ /h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$:		m ³ /h
Powietrze nawiewane mech. V_{su} :		m ³ /h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$:		m ³ /h
Powietrze usuwane mech. V_{ex} :		m ³ /h
Średnia liczba wymian powietrza n :	0,5	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	1409,0	m ³ /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-22,0	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Białystok	

Audyt energetyczny budynku Urzędu Miasta w Grajewie przy ul. Strażackiej 6

Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie			
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie Vv,H:		2254,4	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:		150,22	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:		41727	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:		1026	m ²
Kubatura ogrzewana budynku VH:		2817,9	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:		146,5	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:		40,7	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:		53,3	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:		14,8	kWh/(m ³ ·rok)
Parametry obliczeń projektu:			
Obliczanie przenikania ciepła przy min. Δθmin:		4,0	K
Wariant obliczeń strat ciepła do pomieszczeń w sąsiednich grupach:			
Obliczaj z ograniczeniem do θj,u			
Minimalna temperatura dyżurna θj,u:		16	°C
Obliczaj straty do pomieszczeń w sąsiednich budynkach tak jak by były nieogrzewane:			
		Tak	
Obliczanie automatyczne mostków cieplnych:			
		Tak	
Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną:			
		Nie	
Domyślne dane do obliczeń:			
Typ budynku:		Biurowy lub adm.	
Typ konstrukcji budynku:		Bardzo ciężka	
Typ systemu ogrzewania w budynku:		Konwekcyjne	
Oslabienie ogrzewania:		Bez osłabienia	
Regulacja dostawy ciepła w grupach:		Indywidualna reg.	
Stopień szczelności obudowy budynku:		Bez próby szczelności przed 1995	
Krotność wymiany powietrza wewn. n50:		6,0	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:		-0,80	m
Domyślna rzędna podłogi Lf:			m
Rzędna wody gruntowej:		-3,25	m
Domyślna wysokość kondygnacji H:			m
Domyślna wys. pomieszczeń w świetle stropów Hi:			m
Pole powierzchni podłogi na gruncie Ag:		100,00	m ²
Obwód podłogi na gruncie w świetle ścian zewn. Pg:		40,00	m
Obrót budynku:		Bez obrotu	

WARIANT 3

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyt energetyczny	
	Urzędu Pracy	
Miejscowość:	Grajewo	
Adres:	ul. Strażacka 6A	
Projektant:	NAPE	
Data obliczeń:	Niedziela 9 Września 2016 9:19	
Data utworzenia projektu:	Niedziela 9 Września 2016 9:19	
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	
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/(m ³ ·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	1025,6	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	2817,9	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	40724	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	18938	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	59662	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	59662	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\Phi_{HL,A}$:	58,2	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\Phi_{HL,V}$:	21,2	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	507,2	m ³ /h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m.infv}$:		m ³ /h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$:		m ³ /h
Powietrze nawiewane mech. V_{su} :		m ³ /h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$:		m ³ /h
Powietrze usuwane mech. V_{ex} :		m ³ /h
Średnia liczba wymian powietrza n :	0,5	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	1409,0	m ³ /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-22,0	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Białystok	

Audyt energetyczny budynku Urzędu Miasta w Grajewie przy ul. Strażackiej 6

Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie Vv,H:	2254,4	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	274,73	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	76314	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	1026	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	2817,9	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	267,9	MJ/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	74,4	kWh/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	97,5	MJ/(m3·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	27,1	kWh/(m3·rok)
Parametry obliczeń projektu:		
Obliczanie przenikania ciepła przy min. $\Delta\theta_{min}$:	4,0	K
Wariant obliczeń strat ciepła do pomieszczeń w sąsiednich grupach:		
Obliczaj z ograniczeniem do $\theta_{j,u}$		
Minimalna temperatura dyżurna $\theta_{j,u}$:	16	°C
Obliczaj straty do pomieszczeń w sąsiednich budynkach tak jak by były nieogrzewane:		
	Tak	
Obliczanie automatyczne mostków cieplnych:		
	Tak	
Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną:		
	Nie	
Domyślne dane do obliczeń:		
Typ budynku:	Biurowy lub adm.	
Typ konstrukcji budynku:	Bardzo ciężka	
Typ systemu ogrzewania w budynku:	Konwekcyjne	
Oslabienie ogrzewania:	Bez osłabienia	
Regulacja dostawy ciepła w grupach:	Indywidualna reg.	
Stopień szczelności obudowy budynku:	Bez próby szczelności przed 1995	
Krotność wymiany powietrza wewn. n50:	6,0	1/h
Klasa osłonięcia budynku:	Średnie osłonięcie	
Domyślne dane dotyczące wentylacji:		
System wentylacji:	Naturalna	
Temperatura powietrza nawiewanego θ_{su} :		°C
Temperatura powietrza kompensacyjnego θ_c :	20,0	°C
Domyślne dane dotyczące rekuperacji i recyrkulacji:		
Temperatura dopływającego powietrza $\theta_{ex,rec}$:	20,0	°C
Projektowa sprawność rekuperacji η_{recup} :	70,0	%
Sezonowa sprawność rekuperacji $\eta_{E,recup}$:	49,0	%
Projektowy stopień recyrkulacji η_{recir} :		%
Sezonowy stopień recyrkulacji $\eta_{E,recir}$:		%
Geometria budynku:		
Rzędna poziomu terenu:	-0,80	m
Domyślna rzędna podłogi Lf:		m
Rzędna wody gruntowej:	-3,25	m
Domyślna wysokość kondygnacji H:		m
Domyślna wys. pomieszczeń w świetle stropów Hi:		m
Pole powierzchni podłogi na gruncie Ag:	100,00	m2
Obwód podłogi na gruncie w świetle ścian zewn. Pg:	40,00	m
Obrót budynku:	Bez obrotu	

WARIANT 4

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyty energetyczny	
	Urzędu Pracy	
Miejscowość:	Grajewo	
Adres:	ul. Strażacka 6A	
Projektant:	NAPE	
Data obliczeń:	Niedziela 9 Września 2016 9:16	
Data utworzenia projektu:	Niedziela 9 Września 2016 9:16	
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	
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/(m ³ ·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	1025,6	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	2817,9	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	45763	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	18938	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	64702	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	64702	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\Phi_{HL,A}$:	63,1	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\Phi_{HL,V}$:	23,0	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	507,2	m ³ /h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m,infv}$:		m ³ /h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$:		m ³ /h
Powietrze nawiewane mech. V_{su} :		m ³ /h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$:		m ³ /h
Powietrze usuwane mech. V_{ex} :		m ³ /h
Średnia liczba wymian powietrza n :	0,5	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	1409,0	m ³ /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-22,0	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Białystok	

Audyt energetyczny budynku Urzędu Miasta w Grajewie przy ul. Strażackiej 6

Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie			
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie Vv,H:		2254,4	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:		311,51	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:		86530	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:		1026	m ²
Kubatura ogrzewana budynku VH:		2817,9	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:		303,7	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:		84,4	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:		110,5	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:		30,7	kWh/(m ³ ·rok)
Parametry obliczeń projektu:			
Obliczanie przenikania ciepła przy min. Δθmin:		4,0	K
Wariant obliczeń strat ciepła do pomieszczeń w sąsiednich grupach:			
Obliczaj z ograniczeniem do θj,u			
Minimalna temperatura dyżurna θj,u:		16	°C
Obliczaj straty do pomieszczeń w sąsiednich budynkach tak jak by były nieogrzewane:			
		Tak	
Obliczanie automatyczne mostków cieplnych:			
		Tak	
Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną:			
		Nie	
Domyślne dane do obliczeń:			
Typ budynku:	Biurowy lub adm.		
Typ konstrukcji budynku:	Bardzo ciężka		
Typ systemu ogrzewania w budynku:	Konwekcyjne		
Oslabienie ogrzewania:	Bez osłabienia		
Regulacja dostawy ciepła w grupach:	Indywidualna reg.		
Stopień szczelności obudowy budynku:	Bez próby szczelności przed 1995		
Krotność wymiany powietrza wewn. n50:	6,0	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:	-0,80		m
Domyślna rzędna podłogi Lf:			m
Rzędna wody gruntowej:	-3,25		m
Domyślna wysokość kondygnacji H:			m
Domyślna wys. pomieszczeń w świetle stropów Hi:			m
Pole powierzchni podłogi na gruncie Ag:	100,00		m ²
Obwód podłogi na gruncie w świetle ścian zewn. Pg:	40,00		m
Obrót budynku:	Bez obrotu		

Z1.3 ANALIZA ZASTOSOWANIA INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ DLA CELÓW WŁASNYCH

Zgodnie z projektem nowelizacji ustawy o OZE, prosument będzie mógł „rozliczyć ilość energii elektrycznej wprowadzonej wobec ilości energii elektrycznej pobranej z tej sieci, nie więcej jednak niż ilość energii elektrycznej pobranej z sieci”, w stosunku:

- 1 do 0,70 - w przypadku energii elektrycznej wytworzonej w mikroinstalacji o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej nie większej niż 7 kW,
- 1 do 0,50 - w przypadku energii elektrycznej wytworzonej w mikroinstalacji o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej większej niż 7 kW,
- 1 do 0,35 - w przypadku energii elektrycznej wytworzonej w mikroinstalacji, dla której prosument korzystał ze wsparcia ze środków publicznych na zakup lub instalację mikroinstalacji lub jej części.

Od rozliczonej energii elektrycznej prosument ma nie uiszczać opłat związanych z jej dystrybucją, z wyłączeniem opłaty OZE oraz opłaty przejściowej.

Ze względu na różne rozliczenia instalacji fotowoltaicznej o innej mocy, w opracowaniu uwzględniono instalację fotowoltaiczną o mocy 7 kWp oraz o mocy 10 kWp, jako najbardziej optymalne dla analizowanego obiektu. W przypadku większej mocy instalacji fotowoltaicznej, ze względu na tzw. tylko „odpisy”, nadmiar wytworzonej energii elektrycznej w stosunku do jej zapotrzebowania nie będzie pracował na korzyść Inwestora.

Na podstawie ofert firm wykonujących instalacje fotowoltaiczną przyjęto całkowitą cenę inwestycji fotowoltaicznej (dokumentacja techniczna, ceny paneli, okablowania, inwertera, zabezpieczenia przeciwprądowego oraz robocizny) na poziomie 8 000 zł/kWp. Współczynnik wytworzenia energii elektrycznej (tzw.: „współczynnik uzysku”) przyjęto na poziomie 0,9. Wskaźnik rocznego spadku mocy instalacji przyjęto na poziomie 0,8%.

W tabeli 1 zestawiono podstawowe wielkości charakteryzujące instalację fotowoltaiczną.

Tabela 1. Podstawowe wielkości charakteryzujące instalację fotowoltaiczną

Moc instalacji fotowoltaicznej, kWp	7	10	10
Całkowite nakłady, zł	56 000	80 000	80 000
Współczynnik uzysku,	0,90	0,90	0,90
Spadek sprawności instalacji fotowoltaicznej w ciągu roku, %	0,8%	0,8%	0,8%
Energia elektryczna wytworzona w pierwszym roku użytkowania, kWh	6 300	9 000	9 000
Energia elektryczna wytworzona w ciągu 15 lat użytkowania, przy uwzględnieniu 0,8% spadku sprawności wytwarzania, kWh	89 387	127 696	127 696
Koszt jednostkowy energii elektrycznej, zł/kWh	0,5643	0,5643	0,5643
ilość energii elektrycznej wprowadzonej wobec ilości energii elektrycznej pobranej z tej sieci	0,7	0,5	0,35
Średnie roczne oszczędności, przy założeniu, że energia wprowadzona do energii pobranej jest na poziomie 1 do 0,7; zł	3 363	3 843	3 123
SPBT	16,65	20,82	25,62

) Wsparcie ze środków publicznych

Uwaga!

Ze względu na charakter obiektu, przyjęto, że w każdym przypadku ilość energii pobranej z sieci jest na poziomie pozwalającym na rozliczenie energii wytworzonej w układzie fotowoltaicznym w 100% dla „*stosunku ilości energii elektrycznej wprowadzonej wobec ilości energii elektrycznej pobranej z tej sieci*” na poziomie 0,70.

Optymalna moc instalacji fotowoltaicznej jest dla minimalnej wartości SPBT (prosty czas zwrotu) 16,65 lat, wynosi 7 kW. Związane jest to, że dla pozostałych rozwiązań większa część wytworzonej energii elektrycznej nie pracuje na korzyść Inwestora, a jest nieodpłatnie przekazywana do sieci elektrycznej.

Przyjęty prosty czas zwrotu SPBT dotyczy założenia, że instalacja będzie pracowała bezawaryjnie w ciągu całego okresu użytkowania.

Z1.4 MODERNIZACJA OŚWIETLENIA

Opracowanie dotyczy audytu energetycznego budynku Urzędu Miasta w Grajewie przy ul. Strażackiej 6. Modernizacja oświetlenia nie wpłynie na zużycie energii cieplnej na potrzeby ogrzewania i podgrzewu ciepłej wody użytkowej, natomiast ma bezpośredni wpływ na zużycie energii elektrycznej. Przedsięwzięcie modernizacyjne dotyczące oświetlenia nie podlegają warunkom określonym w Ustawie z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów – Dz.U. Nr 223, poz. 1459, dlatego nie rozpatrywano go w audycie energetycznym.

Proponuje się modernizację oświetlenia, polegającą na wymianie istniejącego oświetlenia żarowego oraz oświetlenia tzw.: jarzeniówkowego na oświetlenie typu LED: tzw.: liniowe – świetlówki LED oraz żarówki LED.

Zestawienie oświetlenia w stanie istniejącym przedstawiono w tabeli poniżej.

Typ oświetlenia	Sztuk	Moc jednostkowa W	Moc zainstalowana W
Oprawa żarowa 60 W	45	60	2 700
Świetlówki 4x16 W	126	64	8064
Świetlówki 2x36 W	7	72	504
RAZEM			11 268

Moc zainstalowanego oświetlenia w stanie istniejącym wynosi **11 268 W**.

Zestawienie oświetlenia po modernizacji przedstawiono w tabeli poniżej.

Typ oświetlenia	Sztuk po modernizacji szt.	Moc jednostkowa po modernizacji W	Moc zainstalowana po modernizacji W	Cena jedn. (LED) (brutto) zł/szt.	Nakłady łącznie zł
Żarówka LED	45	11,5	518	54	2 430
Świetlówki LED 36 W – oprawa kloszowa	195 ¹⁾	36	7 020	144	28 080
Świetlówki LED 45 W - oprawa kloszowa	10 ¹⁾	45	450	164	1 640
RAZEM			7 988		32 150

¹⁾ Inna ilość sztuk opraw po modernizacji oświetlenia w celu dostosowania do podobnego strumienia świetlnego przed i po modernizacji oświetlenia.

Moc oświetlenia po modernizacji będzie wynosić około: **7 988 W**.

W kosztach modernizacji (tabela poniżej) uwzględniono koszt usługi związanej z modernizacją oświetlenia.

Materiały (M)			32 150
Robocizna 18% od M (R)			5 787
Koszty pośrednie Ko (64,36% od R):			3 725
Koszty zakupu Kz (6,25% od M):			2 009
Zysk 10,38% od R i Ko			595
Dokumentacja techniczna oświetlenia			3690
RAZEM			47 956

Całkowity koszt modernizacji oświetlenia wyniesie około **47 956 zł**.

Przyjmując zgodnie z „Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej,” dla liczbowego wskaźnika LENI przed modernizacją równego 10,99 kWh/(m²rok) oraz po modernizacji oświetlenia LENI równego 7,79 kWh/(m²rok), zapotrzebowanie na energię elektryczną wynosi:

- dla stanu istniejącego – 28 170 kWh,
- po modernizacji – 19 969 kWh,
- Stąd oszczędności wyniosą – **8 201 kWh/rok**.

Dla przyjętej taryfy energii elektrycznej, koszt jednostkowy opłaty za energię elektryczną (bez stawki opłaty handlowej, sieciowej, abonamentowej oraz opłaty przejściowej – która jest stała) wynosi:

$$(0,2140 + 0,0115 + 0,2333) \times 1,23 = 0,5643 \text{ zł/kWh}$$

Oszczędności wyniosą:

$$8\,201 \text{ kWh} \times 0,5643 \text{ zł/kWh} = \underline{\underline{4\,628 \text{ zł/rok}}}$$

Natomiast SPBT:

$$47\,956 / 4\,628 = \underline{\underline{10,4 \text{ roku}}}$$

ZAŁĄCZNIK 5

Rzuty i przekroje budynku

Z5.1	Rzut piwnic	w skali 1 : 100,
Z5.2	Rzut parteru	w skali 1 : 100,
Z5.3	Rzut piętra	w skali 1 : 100,
Z5.4	Przekrój	w skali 1 : 100.

