


1. STRONA TYTUŁOWA

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Budynek użyteczności publicznej	1.2 Rok rozpoczęcia budowy	część starsza pocz. XX w. część dobudowana 1972
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 6A 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		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	
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		dr inż. Wiesław Sarosiek uprawnienia projektowe i wykonawcze BŁ/14/91; izba inż./budownictwa PDL/BO/1313/01 audytor energetyczny nr 007 15-151 Białystok, ul. Skrzatów 27	
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 techniczna – 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	9
4.5. Charakterystyka systemu grzewczego	10
4.6. Charakterystyka instalacji c.w.u.	11
4.7. Charakterystyka systemu wentylacji.....	11
5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku	12
5.1. Przegrody zewnętrzne	12
5.2. System grzewczy	12
5.3. Instalacja ciepłej wody użytkowej	12
6. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego	14
7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.....	14
7.1. Wskazanie usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną.....	14
7.2. Wybór optymalnych usprawnień dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło..	15
7.2.1. Określenie optymalnego oporu cieplnego dodatkowej warstwy izolacji termicznej w przegrodach zewnętrznych	15
7.2.2. Określenie usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących przygotowania ciepłej wody użytkowej.....	20
7.2.3. Zestawienie optymalnych usprawnień według rosnącej wartości SPBT	20
8.3.1. Zestawienie usprawnień systemu grzewczego, ich kosztów i efektów	21
8.3.2. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność cieplną systemu ogrzewania.....	22
7.3.3. Zestawienie usprawnień składających się na optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu ogrzewania	23
7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	24
7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych	24
7.4.2. Obliczenie poszczególnych wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych....	25
7.4.3. Ocena wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań „Ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów”	27
7.4.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	30
8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji.....	30
8.1. Opis robót	30
8.2. Charakterystyka finansowa	32
8.2. Dalsze działania inwestora	32
ZAŁĄCZNIK 1	33
ZAŁĄCZNIK 2	43
ZAŁĄCZNIK.3 Analiza zastosowania instalacji fotowoltaicznej dla celów własnych....	65
ZAŁĄCZNIK 4 Modernizacja oświetlenia.....	67
ZAŁĄCZNIK 5	69

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]	10 004	
4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	2 427,9	
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	—	
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	2 427,9	
7.	Liczba mieszkań	—	
8.	Liczba osób użytkujących budynek (dane inwestora)	35	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	elektryczne przepływowe podgrzewacze wody	
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	węzeł cieplny	
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,57	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	—	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody zewnętrznych		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Ściany zewnętrzne piwnic w gruncie	0,67; 0,92	0,67; 0,92
2.	Ściany zewnętrzne piwnic nadziemia	1,15; 1,96	0,15
3.	Ściany zewnętrzne nadziemia	0,77; 0,95; 1,07; 1,40	0,18
4.	Dach dwuspadowy części pierwotnej budynku	0,49	0,14
5.	Stropodach wentylowany części dobudowanej	1,00	0,14
6.	Stropodach nad salą konferencyjną	0,78	0,13
7.	Strop pod salą konferencyjną	0,67	0,14
8.	Strop nad korytarzem części pierwotnej budynku	0,95	0,14
9.	Okna	1,80	0,90
10.	Łuksfery	2,60	0,90
11.	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	kanaly wentylacji grawitacyjnej, nieszczelności okien	kanaly went. grawitacyjnej, nawiewniki
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	6 605,7	6 605,7
4.	Liczba wymian [1/h]	0,5	0,5
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	188,67	83,64
2.	Obliczeniowa maksymalna moc cieplna systemu grzewczego na przygotowanie c.w.u. [kW]	7,50	7,50
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1 117,87	501,08
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1 951,25	483,77
5.	Obliczeniowe zużycie energii do przygotowania c.w.u. [GJ/rok]	15,09	15,09
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	879,81 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)]	127,90	223,24
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² ·rok)]	57,33	55,35
10.	Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną EP do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) wraz z urządzeniami pomocniczymi [kWh]	572 400,3	171 993,7
11.	Zmniejszenie rocznego zużycia energii pierwotnej EP w budynku [kWh]	400 406,6	
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]	14,31	14,31
8.	Opłata za ogrzanie 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/m ² rok]	45,37	14,52
9.	Opłata roczna za ogrzewanie i c.w.u. ²⁾ [zł/rok]	113 273	49 644

8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu [zł]	860 901,00	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	74,6 %
Planowane koszty całkowite [zł]	860 901,00	Premia termomodernizacyjna [zł]	127 258,00
Roczna oszczędność kosztów energii [zł]	63 629		
<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:

- brak dokumentacji projektowej, niekompletne rysunki.

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 Poniąkowski – 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 uprawnień:

- 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 stropodachu / dachu nad budynkiem,
- należy wymienić stare okna i luksfery 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: **860 901,00 zł.**

4. INWENTARYZACJA TECHNICZNO – BUDOWLANA BUDYNKU

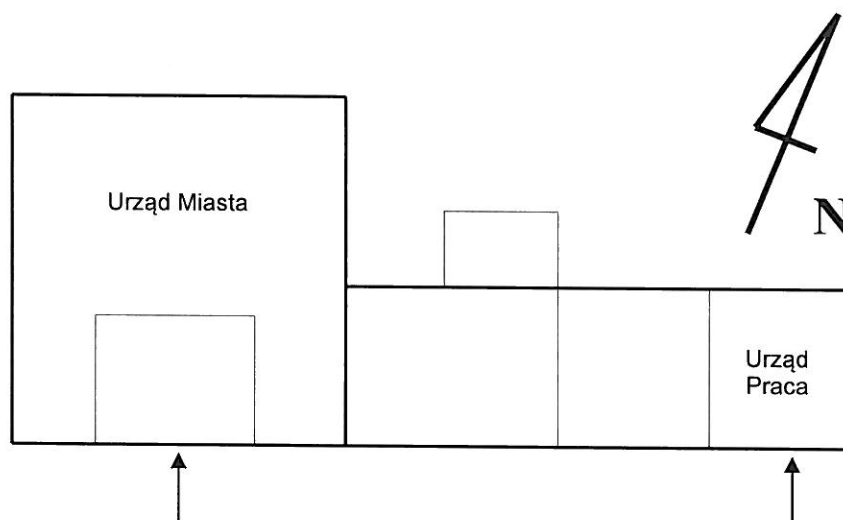
4.1. Dane ogólne o budynku

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

Rok budowy	część starsza pocz. XX w. część dobudowana 1971 r.	Rok zasiedlenia	część starsza pocz. XX w. część dobudowana 1972 r.
Technologia budynku	tradycyjna		
1. Powierzchnia zabudowy (m²)	976,2	11. Liczba klatek schodowych	2
2. Kubatura obiektu (m³)	10 759	12. Liczba kondygnacji	2 oraz piwnica
3. Kubatura ogrzewana / pomieszczeń ogrzewanych (m³)	8 806,1	13. Wysokość kondygnacji w świetle (m)	2,87 – piwnice, 3,69 – parter i piętro
4. Powierzchnia użytkowa obiektu (m²)	2 427,9	14. Liczba osób	35
5. Powierzchnia mieszkalna (m²)	—	15. Liczba pomieszczeń (średnia do obliczeń)	
6. Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym (m²)	—	16. Liczba pomieszczeń o powierzchni < 50 m²	40
7. Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy (wartość szacunkowa) (m²)	467,9	17. Liczba pomieszczeń o powierzchni 50÷100m²	0
8. Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (sklepy, itp.)(m²)	—	18. Liczba pomieszczeń o powierzchni > 100 m²	1
9. Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części obiektu (m²)	2 427,9	19. Liczba WC w łazience	—
10. Obiekt podpiwniczony	częściowo	20. Liczba WC	4

4.2. Uproszczona dokumentacja techniczna

Uproszczoną 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 jest budynkiem wolnostojącym. W rozpatrywanym budynku mieszczą się dwa urzędy: Urząd Miasta oraz Urząd Pracy w Grajewie.

Całą bryłę budynku można podzielić na kilka części:

- część starszą budynku z dachem dwuspadowym, wybudowaną wcześniej,
- oraz część dobudowaną w okresie późniejszym, ze stropodachem wentylowanym oraz ze stropem pełnym.

Budynek Urzędu Miasta w Grajewie wykonany jest w technologii tradycyjnej, o układzie ścian nośnych poprzecznych. Ściany zewnętrzne piwnic grubości 85 cm wykonane są z muru z kamienia. Ściany zewnętrzne nadziemna są wykonane z cegły pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej.

Dach dwuspadowy części Urzędu Miasta składa się z następujących warstw:

- przestrzeni dachowej,
- polepy glinianej, o przyjętej grubości 13 cm,
- desek,
- bali drewnianych grubości 20 cm,
- podsufitki z desek,
- tynku cem.-wap.

Stropodach wentylowany nad częścią budynku Urzędu Miasta i Urzędu Pracy składa się z następujących warstw:

- 2 x papa,
- gładź cementowa,
- suprema,
- strop DZ3.

Strop pełny nad częścią budynku Urzędu Miasta (nad salą konferencyjną) składa się z następujących warstw:

- płyty korytkowe,
- styropian,
- płyta falista cem-azb.,
- szlichta cementowa,
- 2 x papa na lepiku.

Strop nad wejściem głównym do budynku Urzędu Miasta w Grajewie jest wykonany z żelbetu o przyjętej grubości 12 cm, istniejącej izolacji termicznej – styropianu - o przyjętej grubości 3 cm, warstwy papy, szlichty cementowej 3 cm oraz poczwórnej warstwy papy na lepiku.

Ściany zewnętrzne nadziemia części należącej do Urzędu Miasta w Grajewie starszej części budynku, są wykonane z cegły ceramicznej pełnej grubości 42 oraz 68 cm (wizja lokalna). W części budynku dobudowanej - z bloczków gazobetonowych grubości 25 i 38 cm na zaprawie cementowo-wapiennej.

Strop nad piwnicą składa się z następujących warstw: płyty kanałowe, gips prefabrykowany, papa, oraz PCV.

Podłoga w piwnicy składa się z następujących warstw: piasek grubości 10 cm, żwirobeton grubości 5 cm, papa i jastrych cementowy grubości 4 cm. W podłodze na gruncie zamiast jastrychu cementowego zastosowano jastrych cementowy oraz PCV.

Stolarka okienna plastikowa, podwójnie szklona, ponad 10-letnia, w słabym stanie technicznym. Dla istniejących okien przyjęto wartość $U = 1,80 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. 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 grzewcze 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) ... $q_{moc} = 188,67$ kW,
- sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania w standardowym sezonie grzewczym $Q_H = 1\,117,87$ GJ/rok,
- sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania w standardowym sezonie grzewczym po uwzględnieniu sprawności systemu c.o. $Q_S = 1\,951,25$ 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 stalowe płytowe oraz żeliwne
Zasłonięcie	brak
Zawory termostatyczne	częściowo
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 całym budynku, w łazienkach są zainstalowane przepływowe podgrzewacze wody. Przyjęta w obliczeniach łączna moc cieplna wszystkich podgrzewaczy elektrycznych wynosi 7,5 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 6 605,7 m³/h.

4.8. Charakterystyka źródła ciepła

Źródłem ciepła na potrzeby centralnego ogrzewania jest węzeł cieplny, zasilany w energię cieplną z miejskiej sieci ciepłowniczej. Istniejący węzeł cieplny zasila w energię cieplną dwa budynki Urzędu Miasta.

Węzeł cieplny wyposażony jest w regulator pogodowy firmy Samson. Regulator ciepłowniczy wyposażony jest w zegar tygodniowy i dobowy. Możliwa jest regulacja temperatury czynnika grzewczego w ciągu tygodnia oraz w ciągu doby. Obecnie, nie są stosowane żadne obniżenia temperatury czynnika grzewczego w tygodniu i w czasie doby, ze względu na małą akumulacyjność cieplną budynku.

Główny rozdzielacz czynnika grzewczego umieszczony jest w węźle cieplnym, skąd czynnik grzewczy prowadzony jest przewodami poziomymi pod stropem do każdego budynku.

Zabezpieczenie układu przed nadmiernym wzrostem ciśnienia stanowi naczynie przeponowe umieszczone w pomieszczeniu węzła cieplnego. Węzeł wyposażony jest w licznik energii cieplnej.

Stan techniczny węzła cieplnego jest bardzo 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 grzejny jest dostarczany z węzła cieplnego.

Elementami grzejnymi są stare grzejniki żeliwne członowe, które są przez Inwestora systematycznie wymieniane na nowe grzejniki stalowe, płytowe. Tylko na części grzejników są zamontowane zawory termostatyczne z głowicami termostatycznymi. Stare, istniejące zawory przygrzejnikowe nie dają możliwości dokonania jakiejkolwiek regulacji. Nie dają one możliwości dyskontowania zysków ciepła (automatyczne przemykanie głowicy zaworu w przypadku, gdy temperatura w pomieszczeniu osiągnie wartość wyższą od wymaganej - ogrzanie pomieszczenia zyskami bytowymi lub energią słoneczną).

Stare grzejniki żeliwne są zanieczyszczone produktami korozji. Ze względu na planowaną przez Inwestora dalszą wymianę wszystkich starych grzejników na nowe, rozregulowanie hydrauliczne instalacji c.o., po ustaleniach z Inwestorem w audycie energetycznym proponuje się wymianę istniejącej instalacji c.o. na 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 i Urzędu Pracy 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..... $U = 0,67; 0,92;$ $1,15; 1,96;$ - ściany zewnętrzne nadziemna. $U = 0,77; 0,95;$ $1,07; 1,40;$ - stropodach $U = 0,78; 1,00;$ - dach $U = 0,49;$ 	<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 i luksfery są w średnim stanie technicznym, współczynnik $U=1,80$ oraz $2,60 W/(m^2 \cdot K)$.</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 i wrota</u> Drzwi wejściowe w dobrym stanie technicznym o współczynniku $U=2,20 W/(m^2 \cdot K)$.</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 i drzwiową, wpływający na zużycie ciepła na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego.</p>	<p>Wymiana starych okien, naświetli 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 częściowo bez zaworów termostatycznych; część grzejników stara, zanieczyszczona. 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

l.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-moką (styropian).
2.	Zmniejszenie strat ciepła przez stropodach wentylowany.	Ocieplenie stropodachu granulatem celulozowym (np. ekofiber) lub granulatem z wełny mineralnej skalnej lub szklanej.
3.	Zmniejszenie strat ciepła przez strop pełny nad ostatnią kondygnacją.	Ocieplenie stropu pełnego płytami dachowymi z wełny mineralnej
4.	Zmniejszenie strat ciepła przez dach dwuspadowy	Ocieplenie stropu (w przestrzeni dachowej) matami lub miękkimi płytami z wełny mineralnej
5.	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie oraz infiltrację przez okna.	Wymiana okien na nowoczesne okna szczelne, o niskim współczynniku U , ze skrzydłem uchylno – rozwieranym.
6.	Zmniejszenie strat ciepła na podgrzanie powietrza wentylacyjnego.	Wymiana okien na nowoczesne, szczelne, o niskim współczynniku U , ze skrzydłem uchylno – rozwieranym.
7.	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez luksfery	Zamurowanie luksferów, docieplenie przegrody warstwą styropianu (metoda „lekką-moką”)
8.	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 nadziemia,
 - b) ocieplenie stropodachu wentylowanego,
 - c) ocieplenie stropu pełnego nad ostatnią kondygnacją,
 - d) ocieplenie dachu dwuspadowego – stropu nad kondygnacją,
 - e) wymiana okien nadziemia,
 - f) zamurowanie luksferów.
- 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_{z0} -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, stropodachu wentylowanego, stropu nad i pod salą konferencyjną 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

Zamurowanie luksferów

Stan istniejący luksferów: $U = 2,60\ W/(m^2 \cdot K)$.

$C_{r0} = 1,30$

$C_{r1} = 1,00$

$C_{m0} = 1,50$

$C_{m1} = 1,00$

$C_{w0,1} = 1,00$

$V_{norm.} = 142,7\ m^3/h$

$U_I =$	1,40	1,10	0,90	$W/(m^2 \cdot K)$
Zamurowanie części przegrody po luksferach =	1 100	1 100	1 100	zł
Nakłady na nowe okna =	1 150	1 190	1 210	zł
Koszt całkowity =	2 250	2 290	2 310	zł
SPBT =	5,09	5,05	5,01	lat

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

Koszt całkowity zamurowania 4,4 m² powierzchni po luksferach wraz z montażem 2,6 m² okien łącznie wynosi:

$$2,60\ m^2 \times (505 + 100)\ \text{zł}/m^2 + 1\ 100\ \text{zł} = \underline{\underline{2\ 310\ \text{zł}}}$$

Stropodach wentylowany nad częścią dobudowana budynku

Stan istniejący: $U = 0,997 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

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

Powierzchnia przegrody: 208 m^2 .

Powierzchnia do docieplenia: 208 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. =	0,10	0,18	0,20	0,25	0,28	0,30	0,35	m
$U_{\text{śr.waż.}}$ =	0,29	0,182	0,17	0,14	0,12	0,12	0,10	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
ΔR =	2,50	4,50	5,00	6,25	7,00	7,50	8,75	$(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$
Koszt jednostkowy =	112,00	129,60	134,00	145,00	151,60	156,00	167,00	$\text{zł}/\text{m}^2$
N_U =	23 296	26 957	27 872	30 160	31 533	32 448	34 736	zł
SPBT =	7,69	7,83	7,95	8,33	8,59	8,77	9,23	lat

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., $U_{Cmax} = 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ (przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$), wynosi 25 cm.

Koszt całkowity docieplenia stropodachu wentylowanego nad dobudowaną budynku wyniesie około:

$$208 \text{ m}^2 \times 145,00 \text{ zł}/\text{m}^2 = \underline{\underline{30\ 160 \text{ zł}}}.$$

Ściany kondygnacji nadziemnych budynku

Stan istniejący: $U_{\text{śr.}} = 1,078 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, (średnia ważona przegród o współczynnikach: 1,404; 0,952; 1,069; 0,765 $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$).

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

Powierzchnia przegrody: $1\ 325 \text{ m}^2$.

Powierzchnia do docieplenia: $1\ 591 \text{ m}^2$.

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	0,12	0,15	0,18	0,20	0,25	m
$U_{\text{śr.waż.}}$ =	0,34	0,29	0,25	0,21	0,18	0,17	0,14	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
ΔR =	2,00	2,50	3,00	3,75	4,50	5,00	6,25	$(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$
Koszt jednostkowy =	156,00	160,00	164,00	170,00	176,00	180,00	190,50	$\text{zł}/\text{m}^2$
N_U =	248 196	254 560	260 924	270 470	280 016	286 380	303 086	zł
SPBT =	13,86	13,37	13,12	12,99	13,02	13,10	13,45	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 18 cm.

Koszt całkowity docieplenia ścian zewnętrznych części nadziemnej budynku wyniesie:

$$1\,591 \text{ m}^2 \times 176,00 \text{ zł/m}^2 = \underline{\underline{280\,016 \text{ zł.}}}$$

Okna zewnętrzne

Stan istniejący luksferów: $U = 1,80 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

$$\begin{aligned} C_{r0} &= 1,10 & C_{r1} &= 1,00 \\ C_{m0} &= 1,20 & C_{m1} &= 1,00 \\ C_{w0,1} &= 1,00 \\ V_{\text{norm.}} &= 6\,136 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

$U_i =$	1,40	1,10	0,90	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Koszt całkowity =	156 975	162 435	165 165	zł
SPBT =	16,10	14,34	13,34	lat

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

Koszt całkowity zamurowania 273 m² powierzchni okien wraz z montażem wyniesie:

$$273 \text{ m}^2 \times (505 + 100) \text{ zł/m}^2 = \underline{\underline{165\,165 \text{ zł}}}$$

Stropodach nad korytarzem części starszej budynku

Stan istniejący: $U = 0,947 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

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

Powierzchnia przegrody: 147 m².

Powierzchnia do docieplenia: 147 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. =	0,10	0,18	0,20	0,25	0,28	0,30	0,35	m
$U_{\text{śr.waż.}}$ =	0,28	0,18	0,17	0,14	0,12	0,117	0,10	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
ΔR =	2,50	4,50	5,00	6,25	7,00	7,50	8,75	$(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$
Koszt jednostkowy =	165,0	201,0	210,0	232,5	246,0	255,0	277,5	zł/m ²
N_u =	24 255	29 547	30 870	34 178	36 162	37 485	40 793	zł
SPBT =	11,93	12,71	13,04	13,96	14,55	14,96	16,01	lat

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 nieogrzewa-

nymi poddaszami wg Warunków Technicznych, które będą obowiązywały od 1 stycznia 2021 r., $U_{Cmax} = 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ (przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$), wynosi 25 cm.

Koszt całkowity docieplenia stropodachu nad korytarzem części starszej budynku wyniesie około:

$$147 \text{ m}^2 \times 232,5 \text{ zł/m}^2 = \underline{\underline{34\ 178 \text{ zł.}}}$$

Strop pod salą konferencyjną

Stan istniejący: $U = 0,666 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

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

Powierzchnia przegrody: 78 m^2 .

Powierzchnia do docieplenia: 78 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. =	0,10	0,15	0,18	0,20	0,25	0,28	0,30	m
$U_{\text{śr.waż.}}$ =	0,25	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
ΔR =	2,50	3,75	4,50	5,00	6,25	7,00	7,50	$(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$
Koszt jednostkowy =	160,0	170,0	176,0	180,0	190,0	196,0	200,0	$\text{zł}/\text{m}^2$
N_u =	12 480	13 260	13 728	14 040	14 820	15 288	15 600	zł
SPBT =	18,63	17,47	17,27	17,24	17,41	17,60	17,76	lat

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 lub nad przejazdami wg Warunków Technicznych, które będą obowiązywały od 1 stycznia 2021 r., $U_{Cmax} = 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ (przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$), wynosi 20 cm.

Koszt całkowity docieplenia stropu pod salą konferencyjną wyniesie około:

$$78 \text{ m}^2 \times 180 \text{ zł/m}^2 = \underline{\underline{14\ 040 \text{ zł.}}}$$

Stropodach nad salą konferencyjną

Stan istniejący: $U = 0,777 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

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

Powierzchnia przegrody: 192 m^2 .

Powierzchnia do docieplenia: 192 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. =	0,10	0,18	0,20	0,25	0,28	0,30	0,35	m
$U_{\text{śr.waż.}}$ =	0,26	0,17	0,16	0,13	0,12	0,11	0,10	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
ΔR =	2,50	4,50	5,00	6,25	7,00	7,50	8,75	$(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$
Koszt jednostkowy =	165,00	201,00	210,00	232,50	246,00	255,00	277,50	$\text{zł}/\text{m}^2$
N_u =	31 680	38 592	40 320	44 640	47 232	48 960	53 280	zł
SPBT =	15,64	16,33	16,71	17,78	18,48	18,97	20,23	lat

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., $U_{Cmax} = 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ (przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$), wynosi 25 cm.

Koszt całkowity docieplenia stropu nad sala konferencyjną wyniesie około:

$$192 \text{ m}^2 \times 232,5 \text{ zł}/\text{m}^2 = \underline{\underline{44\ 640 \text{ zł}}}$$

Dach dwuspadowy nad częścią starszą budynku

Stan istniejący: $U = 0,485 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

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

Powierzchnia przegrody: 766 m^2 .

Powierzchnia do docieplenia: 766 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	0,12	0,15	0,18	0,20	0,25	<i>m</i>
$U_{\text{śr.waż.}}$ =	0,25	0,22	0,20	0,17	0,15	0,14	0,12	<i>W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</i>
ΔR =	2,00	2,50	3,00	3,75	4,50	5,00	6,25	<i>(\text{m}^2 \cdot \text{K})/W</i>
Koszt jednostkowy =	127,60	132,00	136,40	143,00	149,60	154,00	165,50	<i>zł}/\text{m}^2</i>
N_u =	97 742	101 112	104 482	109 538	114 594	117 964	126 773	<i>zł</i>
SPBT =	25,43	23,84	22,91	22,19	21,92	21,90	22,24	<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., $U_{Cmax} = 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ (przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$), wynosi 25 cm.

Koszt całkowity docieplenia dachu nad częścią starszą budynku wyniesie około:

$$766 \text{ m}^2 \times 154,0 \text{ zł}/\text{m}^2 = \underline{\underline{117\ 964 \text{ zł}}}$$

Ściany zewnętrzne w gruncie

Stan istniejący: $U_{\text{śr.}} = 1,193 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, (średnia ważona przegród o współczynnikach: 0,668; 0,922 $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$).

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

Powierzchnia przegrody: 250 m^2 .

Powierzchnia do docieplenia: 244 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	0,12	0,15	0,18	0,20	0,25	m
$U_{\text{śr.waż.}}$ =	0,30	0,25	0,22	0,18	0,15	0,14	0,12	W/(m ² *K)
ΔR =	2,50	3,13	3,75	4,69	5,63	6,25	7,81	(m ² *K)/W
Koszt jednostkowy =	528,50	536,00	543,50	554,50	565,50	573,00	591,00	zł/m ²
N_u =	132 125	134 000	135 875	138 625	141 375	143 250	147 750	zł
SPBT =	33,20	32,07	31,43	30,96	30,81	30,83	31,08	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 18 cm.

Koszt całkowity docieplenia ścian zewnętrznych części nadziemnej budynku wyniesie:

$$250 \text{ m}^2 \times 565,5 \text{ zł/m}^2 = \underline{\underline{141\ 375 \text{ zł.}}}$$

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.	4,39	162 428
2.	zamurowanie luksferów	5,01	2 310
3.	docieplenie stropodachu wentylowanego	8,33	30 160
4.	docieplenie ścian kondygnacji nadziemnych	13,02	280 016
5.	wymiana okien	13,34	165 165
6.	docieplenie stropu nad korytarzem części pierwotnej budynku	13,96	34 178
7.	docieplenie stropu pod salą konferencyjną	17,24	14 040
8.	docieplenie stropu pełny nad salą konferencyjną	17,78	44 640

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia Termo modernizacyjnego	SPBT [lat]	Planowany koszt robót [zł]
1	2	3	4
9.	docieplenie dachu dwuspadowego części pierwotnej budynku	21,90	117 964
10.	docieplenie ścian zewnętrznych w gruncie	30,81	141 375

7.3. Wybór optymalnego wariantu usprawnień termomodernizacyjnych poprawiających sprawność systemu grzewczego

8.3.1. Zestawienie usprawnień systemu grzewczego, ich kosztów i efektów

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Koszt [zł]	Zmienne współ- czynniki sprawności
1	2	3	4
1.	Wykonanie nowego węzła cieplnego i instalacji c.o.	162 428	$\eta_g = 0,99$ $\eta_d = 0,96$ $\eta_e = 0,88$

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	33 720	33 720
Nowe grzejniki stalowe płytowe (cena średnia)	52	632	32 864
Zawór termostatyczny z głowicą termostatyczną (tzw. zespół termostatyczny)	52	107	5 564
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, $\phi 25$	8	200	1 600
RAZEM			74 816

Materiały (M)			74 816
Robocizna 18% od M (R)			13 467
Koszty pośrednie Ko (64,36% od R):			8 667
Koszty zakupu Kz (6,25% od M):			4 676
Zysk 10,38% od R i Ko			1 385
Inwestycja	Ilość jedn.	Cena	Całkowity koszt
	szt.	zł/szt.	zł
Zawory odcinające, ϕ 40	8	114	912
Przewody poziome ϕ 40, rurociągi w węzłach cieplnych	50	136	6 800
Przewody pionowe ϕ 40	50	108	5 400
Próba szczelności z regulacją			1 500
Izolacja termiczna	100	27	2 700
Instalacja elektryczna węzła cieplnego ²⁾			10 544
Prace budowlane przy wykonaniu węzła cieplnego, montaż i uruchomienie węzła cieplnego ³⁾			21 088
Dokumentacja techniczna węzła cieplnego ⁴⁾			4 323
Dokumentacja techniczna instalacji c.o.			6 150
RAZEM			162 428

- 1) Przyjęty koszt nowego węzła cieplnego wynosi 47 970 zł. Koszty źródła ciepła zostały rozłożone na dwa budynki Urzędu Miasta, przy uwzględnieniu powierzchni użytkowej każdego z nich. Udział budynku UM przy ul. Strażackiej 6A to 70,3% kosztów całkowitych węzła cieplnego i wynosi 33 720 zł.
- 2) Analogicznie jak w p. powyżej. Udział budynku UM przy ul. Strażackiej 6A to 70,3% kosztów całkowitych instalacji elektrycznej 15 000 zł i wynosi on 10 544 zł.
- 3) Analogicznie jak powyżej. Udział budynku UM przy ul. Strażackiej 6A to 70,3% kosztów całkowitych prac - 30 000 zł i wynosi on 21 088 zł.
- 4) Analogicznie jak powyżej. Udział budynku UM przy ul. Strażackiej 6A to 70,3% kosztów całkowitych dokumentacji - 6 150 zł i wynosi on 4 323 zł.

Koszt wymiany instalacji c.o. wraz z nowym węzłem cieplnym wraz z niezbędną dokumentacją techniczną i pracami budowlanymi wyniesie około **162 428 zł.**

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

$$O_{0z} = 42,42 \text{ zł/GJ}$$

$$O_{0m} = 12 099,45 \text{ zł/MW/m-c}$$

$$O_{1z} = 42,42 \text{ zł/GJ}$$

$$O_{1m} = 12 099,45 \text{ zł/MW/m-c}$$

$$Q_{0co} = 1\,117,87 \text{ GJ/rok}$$

$$q_{0co} = 188,67 \text{ kW}$$

$$\eta_o = 0,5729$$

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

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

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	—	1 951,25	—	—	—	—
1.	Nowa instalacja c.o. oraz nowy węzeł cieplny	0,8364	1 079,24	36 991	162 428	4,39	331 150

Koszt realizacji wariantu przedsięwzięcia modernizacyjnego wyniesie około **162 428 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 * średnia ważona
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 termostatyczne, 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 termostatyczne	$w_d = 1,00 \rightarrow 0,95$
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 w gruncie,
- dach dwuspadowy części pierwotnej budynku,
- strop pełny nad salą konferencyjną,
- strop pod salą konferencyjną,
- strop nad korytarzem części pierwotnej budynku,
- ściany kondygnacji nadziemnych,
- stropodach wentylowany,
- zamurowanie luksferów,
- 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 w gruncie, – dach dwuspadowy części pierwotnej budynku, – strop pełny nad salą konferencyjną, – strop pod salą konferencyjną, – strop nad korytarzem części pierwotnej budynku, – okna zewnętrzne, – ściany kondygnacji nadziemnych, – stropodach wentylowany, – zamurowanie luksferów, – źródło ciepła i instalacja c.o.
2	<ul style="list-style-type: none"> – dach dwuspadowy części pierwotnej budynku, – strop pełny nad salą konferencyjną, – strop pod salą konferencyjną, – strop nad korytarzem części pierwotnej budynku, – okna zewnętrzne, – ściany kondygnacji nadziemnych, – stropodach wentylowany, – zamurowanie luksferów, – źródło ciepła i instalacja c.o.

Nr wariantu	Skrótowy zakres prac
3	<ul style="list-style-type: none"> - strop pełny nad salą konferencyjną, - strop pod salą konferencyjną, - strop nad korytarzem części pierwotnej budynku, - okna zewnętrzne, - ściany kondygnacji nadziemnych, - stropodach wentylowany, - zamurowanie luksferów, - źródło ciepła i instalacja c.o.
4	<ul style="list-style-type: none"> - strop pod salą konferencyjną, - strop nad korytarzem części pierwotnej budynku, - okna zewnętrzne, - ściany kondygnacji nadziemnych, - stropodach wentylowany, - zamurowanie luksferów, - źródło ciepła i instalacja c.o.
5	<ul style="list-style-type: none"> - strop nad korytarzem części pierwotnej budynku, - okna zewnętrzne, - ściany kondygnacji nadziemnych, - stropodach wentylowany, - zamurowanie luksferów, - źródło ciepła i instalacja c.o.
6	<ul style="list-style-type: none"> - okna zewnętrzne, - ściany kondygnacji nadziemnych, - stropodach wentylowany, - zamurowanie luksferów, - źródło ciepła i instalacja c.o.
7	<ul style="list-style-type: none"> - ściany kondygnacji nadziemnych, - stropodach wentylowany, - zamurowanie luksferów, - źródło ciepła i instalacja c.o.
8	<ul style="list-style-type: none"> - stropodach wentylowany, - zamurowanie luksferów, - źródło ciepła i instalacja c.o.
9	<ul style="list-style-type: none"> - zamurowanie luksferów, - źródło ciepła i instalacja c.o.
10	<ul style="list-style-type: none"> - źródło ciepła i instalacja c.o.

7.4.2. Obliczenie poszczególnych wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

$$O_{z01} = 42,42 \text{ zł/GJ},$$

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

$$w_{t0} \cdot w_{d0} = 1,0000,$$

$$w_{t1} \cdot w_{d1} = 0,8075.$$

$$Q_{0co} = 1\,117,87 \text{ GJ/rok}$$

$$Q_{0co}' = 1\,951,25 \text{ GJ/rok}$$

$$Q_{0cwu} = 15,09 \text{ GJ/rok}$$

$$q_{0co} = 0,18867 \text{ MW (wartość obliczona),}$$

$$q_{0cwu} = 0,00750 \text{ MW (wartość obliczona),}$$

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

$$\eta_0 = 0,5729$$

$$Q_{0r} = 113\,273 \text{ zł/rok}$$

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	486,54	15,09	0,8364	469,73	0,09966	49 049	64 224	1 002 276	15,61	-145 322
2	501,08	15,09	0,8364	483,77	0,10149	49 644	63 629	860 901	13,53	-11 887
3	574,83	15,09	0,8364	554,97	0,11190	42 896	70 377	742 937	10,56	196 117
4	610,50	15,09	0,8364	589,41	0,11686	45 077	68 196	698 297	10,24	211 656
5	623,86	15,09	0,8364	602,30	0,11870	45 891	67 382	684 257	10,15	214 835
6	658,50	15,09	0,8364	635,75	0,12346	48 001	65 272	650 079	9,96	220 858
7	728,94	15,09	0,8364	703,75	0,13303	52 276	60 997	484 914	7,95	328 981
8	1 057,37	15,09	0,8364	1 020,83	0,18090	72 676	40 597	204 898	5,05	336 796
9	1 113,08	15,09	0,8364	1 074,62	0,18806	75 997	37 276	174 738	4,69	322 643
10	1 117,87	15,09	0,8364	1 079,24	0,18867	76 282	36 991	172 428	4,66	321 150

* 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 [zł]	Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	Procentowa oszczędność za- potrzebowania na energię (z uwzględnie- niem sprawno- ści całkowitej) [%]	Planowana kwota kredytu [zł, %]	Premia termomodernizacyjna		
						20% kredytu [zł]	16% kosztów całkowitych [zł]	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii [zł]
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	<ul style="list-style-type: none"> - ściany zewnętrzne w gruncie, - dach dwuspadowy części pierwotnej budynku, - strop pełny nad salą konferencyjną, - strop pod salą konferencyjną, - strop nad korytarzem części pierwotnej budynku, - okna zewnętrzne, - ściany kondygnacji nadziemnych, - stropodach wentylowany, - zamurowanie lukseferów, - źródło ciepła i instalacja c.o. 	1 002 276,00	64 224,00	75,34%	0,00 zł 0,00%	200 455,20	160 364,16	128 448,00
2.	<ul style="list-style-type: none"> - dach dwuspadowy części pierwotnej budynku, - strop pełny nad salą konferencyjną, - strop pod salą konferencyjną, - strop nad korytarzem części pierwotnej budynku, - okna zewnętrzne, - ściany kondygnacji nadziemnych, - stropodach wentylowany, - zamurowanie lukseferów, - źródło ciepła i instalacja c.o. 	860 901,00	63 629,00	74,63%	0,00 zł 0,0%	172 180,20	137 744,16	127 258,00

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite [zł]	Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	Procentowa oszczędność za- potrzebowania na energię (z uwzględnie- niem sprawno- ści całkowitej)	Planowana kwota kredytu [zł, %]	Premia termomodernizacyjna		
						20% kredytu [zł]	16% kosztów całkowitych [zł]	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii [zł]
1	2	3	4	5	6	7	8	9
-	strop pełny nad salą konferencyjną, strop pod salą konferencyjną, strop nad korytarzem części pier- wotnej budynku, okna zewnętrzne, ściany kondygnacji nadziemnych, stropodach wentylowany, zamurowanie luksferów, źródło ciepła i instalacja c.o.	742 937,00	70 377,00	71,01%	0,00 zł 0,0%	148 587,40	118 869,92	140 754,00
3.					742 937,00 zł 100,0%			
-	strop pod salą konferencyjną, strop nad korytarzem części pierwotnej budynku, okna zewnętrzne, ściany kondygnacji nadziemnych, stropodach wentylowany, zamurowanie luksferów, źródło ciepła i instalacja c.o.	698 297,00	68 196,00	69,26%	0,00 zł 0,0%	139 659,40	111 727,52	136 392,00
4.					698 297,00 zł 100,0%			
-	strop nad korytarzem części pierwotnej budynku, okna zewnętrzne, ściany kondygnacji nadziemnych, stropodach wentylowany, zamurowanie luksferów, źródło ciepła i instalacja c.o.	684 257,00	67 382,00	68,60%	0,00 zł 0,0%	136 851,40	109 481,12	134 764,00
5.					684 257,00 zł 100,0%			

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

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite [zł]	Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	Procentowa oszczędność za- potrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawno- ści całkowitej) [%]	Planowana kwota kredytu [zł, %]	Premia termomodernizacyjna		
						20% kredytu [zł]	16% kosztów całkowitych [zł]	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii [zł]
1	2	3	4	5	6	7	8	9
6.	okna zewnętrzne, ściany kondygnacji nadziemnych, stropodach wentylowany, zamurowanie luksferów, źródło ciepła i instalacja c.o.	650 079,00	65 272,00	66,90%	0,00 zł 0,0% 650 079,00 zł 100,0%	130 015,80	104 012,64	130 544,00
7.	ściany kondygnacji nadziemnych, stropodach wentylowany, zamurowanie luksferów, źródło ciepła i instalacja c.o.	484 914,00	60 997,00	63,44%	0,00 zł 0,0% 484 914,00 zł 100,0%	96 982,80	77 586,24	121 994,00
8.	stropodach wentylowany, zamurowanie luksferów, źródło ciepła i instalacja c.o.	204 898,00	40 597,00	47,32%	0,00 zł 0,0% 204 898,00 zł 100,0%	40 979,60	32 783,68	81 194,00
9.	zamurowanie luksferów, źródło ciepła i instalacja c.o.	174 738,00	37 276,00	44,58%	0,00 zł 0,0% 174 738,00 zł 100,0%	34 947,60	27 958,08	74 552,00
10.	źródło ciepła i instalacja c.o.	172 428,00	36 991,00	44,35%	0,00 zł 0,0% 172 428,00 zł 100,0%	34 485,60	27 588,48	73 982,00

* - 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 dachu dwuspadowego części pierwotnej budynku,
- docieplenie stropu pełnego nad salą konferencyjną,
- docieplenie stropu pod salą konferencyjną,
- docieplenie stropodachu nad korytarzem części pierwotnej budynku,
- wymianę okien,
- docieplenie ścian kondygnacji nadziemnych,
- docieplenie stropodachu wentylowanego,
- zamurowanie luksferów,
- 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 1 przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

1. Ocieplić dach dwuspadowy nad starszą częścią budynku warstwą izolacji termicznej o oporze cieplnym $R = 5,00 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ (np. matą z wełny mineralnej o grubości 20 cm o $\lambda = 0,04 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$). Koszt ocieplenia 766 m^2 dachu wyniesie około **117 964 zł**.
2. Ocieplić stropodach nad salą konferencyjną warstwą izolacji termicznej o oporze cieplnym $R = 6,25 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ (np. płytami dachowymi z wełny mineralnej o grubości 25 cm o $\lambda = 0,04 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$). Koszt ocieplenia 192 m^2 stropodachu wyniesie około **44 640 zł**.
3. Ocieplić strop pod salą konferencyjną 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 ocieplenia 78 m^2 stropu wyniesie około **14 040 zł**.
4. Ocieplić stropodach nad korytarzem części starszej budynku Urzędu Miasta warstwą izolacji termicznej o oporze cieplnym $R = 6,25 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ (np. płytami dachowymi z wełny mineralnej o grubości 25 cm o $\lambda = 0,04 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$). Koszt ocieplenia 147 m^2 stropodachu wyniesie około **34 178 zł**.
5. 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 273 m^2 okien na nowe wyniesie około **165 165 zł**.
6. Ocieplić ściany zewnętrzne nadziemia budynku warstwą izolacji termicznej o oporze cieplnym $R = 4,50 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ (np. metodą BSO z warstwą styropianu grubości 18 cm o $\lambda = 0,04 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$). Koszt docieplenia $1 591 \text{ m}^2$ ścian zewnętrznych nadziemia wyniesie **280 016 zł**.
7. Ocieplić stropodach wentylowany budynku Urzędu Miasta warstwą izolacji termicznej o oporze cieplnym $R = 6,25 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ (np. granulatem z wełny mineralnej o grubości 25 cm o $\lambda = 0,04 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$). Koszt ocieplenia 208 m^2 stropodachu wentylowanego wyniesie około **30 160 zł**.
8. Zamurować część istniejących luksferów. W pozostałej części po luksferach zamontować okna. Maksymalna wartość współczynnika przenikania ciepła zamurowanej części prze-

grody musi wynosić $0,20 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Wstawione okna, zgodnie z dokumentacją techniczną docieplenia budynku, powinny posiadać maksymalny współczynnik przenikania ciepła $U = 0,90 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. W opracowaniu przyjęto powierzchnię do zamurowania równą $4,4 \text{ m}^2$, natomiast powierzchnię przeszkloną 2 m^2 . Koszt całkowity zamurowania luksferów wyniesie około **2 310 zł**.

9. Wykonać nowy węzeł cieplny według przygotowanej wcześniej dokumentacji technicznej węzła cieplnego oraz zmodernizować istniejącą instalację centralnego. Prace modernizacyjne instalacji c.o. polegają na wymianie istniejących grzejników na nowe grzejniki stalowe płytowe, montażu zaworów termostatycznych na każdym grzejniku, montażu zaworów regulacyjnych na pionach oraz wymiany przewodów poziomych oraz wymagających tego przewodów pionowych. Rodzaj użytych materiałów, rodzaju zaworów i ilość wymienionych przewodów leży w gestii projektanta (część przewodów rozprowadzających czynnik grzewczy w kotłowni jest wymieniona). Szacunkowy koszt prac wyniesie **162 428 zł**.

Uwaga: Ze względu, że węzeł cieplny zasila w energię cieplną dwa obiekty, w pracach związanych z wykonaniem nowego węzła cieplnego, uwzględnione koszty dotyczą 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	860 901,00 zł
Udział środków własnych inwestora	0,00 zł (0,00 %)
Kredyt bankowy	860 901,00 zł (100,00 %)
Przewidywana premia termomodernizacyjna	127 258,00 zł
Zdyskontowana wartość netto NPV dla pełnego wariantu przedsięwzięć termomodernizacyjnych.....	(-11 887 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	R
	m		W/(m·K)	m ² ·K/W
DACH_ST		Dach nad częścią starszą budynku		
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne				
DACH	0,7500	Opór przestrzeni dachowej		0,060
GLINA	0,1300	Gлина.	0,850	0,153
SOSNA	0,0400	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	0,250
SOSNA	0,2000	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	1,250
SOSNA	0,0250	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	0,156
GIPS-KART	0,0125	Płyty gipsowo-kartonowe.	0,230	0,054
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]: 2,064				
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: 0,485				
POD GRUNT		Podłoga na gruncie		
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne				
Ściana przy podłodze: SZ_64				
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Zgw: 2,45 m				
Pozioma izol. krawędziowa: o grubości dnh = m i długości Dh = m				
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości dnv = m i długości Dv = m				
LASTRIKO	0,0400	Lastriko.	0,720	0,056
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]: 1,640				
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]: 3,087				
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: 0,324				

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

POD_PIW	Podłoga w piwnicy 67,5 cm		
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne			
Ściana przy podłodze: SZ_GR			
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Zgw: 1,50 m			
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 2,00			
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
STR_KONF Stropodach nad salą konferencyjną			
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne			
PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180 0,028
BET-CHUDY	0,0500	Podkład z betonu chudego.	1,050 0,048
STYROPIANS	0,0400	Styropian ułożony szczelnie.	0,040 1,000
ŻELBET	0,0800	żelbet.	1,700 0,047
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]:			1,287
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:			0,777
STR_KOR Stropodach nad koryt. budynku głównego			
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne			
PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180 0,028
BET-POSADZ	0,0300	Podkład z betonu pod posadzkę.	1,400 0,021
STYROPIANS	0,0300	Styropian ułożony szczelnie.	0,040 0,750
PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180 0,028
ŻELBET	0,1200	żelbet.	1,700 0,071
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820 0,018
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]:			1,056

Audyt energetyczny budynku Urzędu Miasta w Grajewie przy ul. Strazackiej 6A

Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:		0,947
STR_PIW	Strop nad piwnica	
Rodzaj przegrody: Strop ciepło do góry, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne		
LASTRIKO	0,0300	0,720
PAPA-ASF	0,0050	0,180
BET-POSADZ	0,0500	1,400
ŻELBET	0,2400	1,700
		0,100
		0,100
		0,446
		2,240
STR_WENT	Stropodach went. nad częścią dobudowaną	
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne		
PAPA-ASF	0,0050	0,180
ŻELBET	0,1000	1,700
		0,160
		0,000
		0,533
		0,280
		0,100
		0,090
		1,003
		0,997
STROP_DOL	Strop zewnętrzny 36,5 cm	
Rodzaj przegrody: Strop zewnętrzny, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne		
SOSNA	0,0100	0,160
BET-POSADZ	0,0500	1,400
STYROPIANS	0,0400	0,040
PAPA-ASF	0,0050	0,180
ŻELBET	0,2400	1,700
TYNK-CW	0,0200	0,820
		0,170
		0,040
		1,502
		0,666

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

SZ_38	Ściana zewnętrzna nadziemia		
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne			
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820 0,024
CEGLA-PEŁN	0,3800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku) Mur z cegły ceramicznej pełnej.	0,770 0,494
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 przewodzenia R, [m ² ·K/W]:			0,712
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:			1,404
SZ_64	Ściana zewnętrzna nadziemia		
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne			
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820 0,024
CEGLA-PEŁN	0,6400	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku) Mur z cegły ceramicznej pełnej.	0,770 0,831
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 przewodzenia R, [m ² ·K/W]:			1,050
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:			0,952
SZ_GAZ_25	Ściana zewnętrzna nadziemia część dobud.		
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne			
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820 0,024
GAZOBET-1	0,2500	Gazobeton 1.	0,349 0,716
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 przewodzenia R, [m ² ·K/W]:			0,935
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:			1,069
SZ_GAZ_38	Ściana zewnętrzna nadziemia część dobud.		
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne			
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820 0,024
GAZOBET-1	0,3800	Gazobeton 1.	0,349 1,089
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820 0,024
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:			0,130

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	
– 0,3 wymiany w ciągu godziny 0,3 × 414,8 m ³	124,4
– 0,3 wymiany w ciągu godziny 0,3 × 1158,9 m ³	347,7
<i>Razem strefa I</i>	<i>472,1</i>
Strefa II – pomieszczenia ogrzewane śr. do temp. 18,00 °C	
– 0,5 wymiany w ciągu godziny 0,5 × 3 345,4 m ³	1 672,7
– 0,5 wymiany w ciągu godziny 0,5 × 3 887,0 m ³	1 943,5
<i>Razem strefa II</i>	<i>3 616,2</i>
<i>Powietrze infiltracyjne:</i>	
– piwnica,	417,2
– pomieszczenia Urzędu Miasta,	1 204,3
– pomieszczenia Urzędu Pracy.	1 399,3

Z1.2 Określenie sprawności istniejącego systemu grzewczego

- Sprawność wytwarzania :
 $\eta_g = 0,93$ węzeł cieplny powyżej 100 - 300 kW,
- Sprawność przesyłania :
 $\eta_d = 0,80$ przewody z niezaizolowanymi przewodami,
- Sprawność regulacji i wykorzystania:
 $\eta_e = 0,77$ regulacja centralna, $\eta_e' = 1,00$,
- 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:
 $w_d = 0,95$ brak przerw w ogrzewaniu w ciągu doby (uwzględnienie pracy zaworów termostatycznych),
- 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	2 427,9 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.	$Q_{0cw} = 4\ 150,56\ \text{kWh/rok}$ $= 14,94\ \text{GJ/rok}$
- 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.	156,88 GJ/rok
- moc cieplna na cele cwu	7,50 kW
- opłata za 1 GJ podgrzewu c.w.	156,88 zł/GJ
- koszt podgrzewu c.w.	3 107 zł
- roczne zużycie c.w.u.	217,1 m ³
- średni koszt podgrzewu 1m ³ c.w.	14,31 zł/m ³ .

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

Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie Vv,H:	6605,7	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	1117,87	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	310521	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	2428	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	8806,1	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	460,4	MJ/ (m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	127,9	kWh/ (m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	126,9	MJ/ (m3·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	35,3	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	

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

WARIANT 1

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyt energetyczny	
	Urzędu Miasta	
Miejscowość:	Grajewo	
Adres:	ul. Strażacka 6	
Projektant:	NAPE	
Data obliczeń:	Środa 28 Września 2016 10:00	
Data utworzenia projektu:	Środa 28 Września 2016 10:00	
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 :	2427,9	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	8806,1	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	44382	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	55280	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	99662	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	99662	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	41,0	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	11,3	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	1510,4	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 :	4157,8	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 6A

Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie			
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie Vv,H:	6605,7	m3/h	
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	486,54	GJ/rok	
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	135150	kWh/rok	
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	2428	m2	
Kubatura ogrzewana budynku VH:	8806,1	m3	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	200,4	MJ/(m2·rok)	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	55,7	kWh/(m2·rok)	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	55,3	MJ/(m3·rok)	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	15,3	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 2 – OPTYMALNY

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyt energetyczny	
	Urzędu Miasta	
Miejscowość:	Grajewo	
Adres:	ul. Strażacka 6	
Projektant:	NAPE	
Data obliczeń:	Środa 28 Września 2016 10:00	
Data utworzenia projektu:	Środa 28 Września 2016 10:00	
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 AH:	2427,9	m ²
Kubatura ogrzewana budynku VH:	8806,1	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	44382	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	55280	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	99662	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	99662	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	41,0	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	11,3	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	1510,4	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 :	4157,8	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 6A

Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie Vv,H:	6605,7	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	486,54	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	135150	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	2428	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	8806,1	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	200,4	MJ/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	55,7	kWh/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	55,3	MJ/(m3·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	15,3	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 3

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyt energetyczny	
	Urzędu Miasta	
Miejscowość:	Grajewo	
Adres:	ul. Strażacka 6	
Projektant:	NAPE	
Data obliczeń:	Środa 28 Września 2016 9:53	
Data utworzenia projektu:	Środa 28 Września 2016 9:53	
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 :	2427,9	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	8806,1	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	56620	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	55280	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	111900	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	111900	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	46,1	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	12,7	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	1510,4	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 :	4157,8	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 6A

Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie			
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie Vv,H:	6605,7	m3/h	
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	574,83	GJ/rok	
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	159675	kWh/rok	
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	2428	m2	
Kubatura ogrzewana budynku VH:	8806,1	m3	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	236,8	MJ/(m2·rok)	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	65,8	kWh/(m2·rok)	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	65,3	MJ/(m3·rok)	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	18,1	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:	Audyt energetyczny	
	Urzędu Miasta	
Miejscowość:	Grajewo	
Adres:	ul. Strażacka 6	
Projektant:	NAPE	
Data obliczeń:	Środa 28 Września 2016 9:52	
Data utworzenia projektu:	Środa 28 Września 2016 9:52	
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 :	2427,9	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	8806,1	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	61577	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	55280	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	116857	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	116857	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	48,1	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	13,3	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	1510,4	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 :	4157,8	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 6A

Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie Vv,H:	6605,7	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	610,50	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	169583	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	2428	m ²
Kubatura ogrzewana budynku VH:	8806,1	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	251,5	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	69,8	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	69,3	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	19,3	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 5

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyt energetyczny	
	Urzędu Miasta	
Miejscowość:	Grajewo	
Adres:	ul. Strażacka 6	
Projektant:	NAPE	
Data obliczeń:	Środa 28 Września 2016 9:50	
Data utworzenia projektu:	Środa 28 Września 2016 9:50	
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 :	2427,9	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	8806,1	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	63422	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	55280	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	118702	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	118702	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\Phi_{HL,A}$:	48,9	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\Phi_{HL,V}$:	13,5	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	1510,4	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 :	4157,8	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 6A

Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie			
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie Vv,H:		6605,7	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie	QH,nd:	623,86	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie	QH,nd:	173294	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku	AH:	2428	m2
Kubatura ogrzewana budynku	VH:	8806,1	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EAH:	257,0	MJ/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EAH:	71,4	kWh/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EVH:	70,8	MJ/(m3·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EVH:	19,7	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	
Osiabienie ogrzewania:		Bez osiabienia	
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 6

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyt energetyczny	
	Urzędu Miasta	
Miejscowość:	Grajewo	
Adres:	ul. Strażacka 6	
Projektant:	NAPE	
Data obliczeń:	Środa 28 Września 2016 9:49	
Data utworzenia projektu:	Środa 28 Września 2016 9:49	
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 AH:	2427,9	m ²
Kubatura ogrzewana budynku VH:	8806,1	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	68177	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	55280	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	123457	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	123457	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	50,8	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	14,0	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	1510,4	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 :	4157,8	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 6A

Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie Vv,H:	6605,7	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	658,50	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	182916	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	2428	m ²
Kubatura ogrzewana budynku VH:	8806,1	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	271,2	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	75,3	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	74,8	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	20,8	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 7

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyt energetyczny	
	Urzędu Miasta	
Miejscowość:	Grajewo	
Adres:	ul. Strażacka 6	
Projektant:	NAPE	
Data obliczeń:	Środa 28 Września 2016 9:47	
Data utworzenia projektu:	Środa 28 Września 2016 9:47	
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 AH:	2427,9	m ²
Kubatura ogrzewana budynku VH:	8806,1	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	77753	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	55280	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	133033	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	133033	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	54,8	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	15,1	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	1510,4	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 :	4157,8	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 6A

Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie			
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie Vv,H:		6605,7	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie	QH,nd:	728,94	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie	QH,nd:	202485	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku	AH:	2428	m2
Kubatura ogrzewana budynku	VH:	8806,1	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EAH:	300,2	MJ/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EAH:	83,4	kWh/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EVH:	82,8	MJ/(m3·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EVH:	23,0	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	
Osiabienie 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 8

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyt energetyczny	
	Urzędu Miasta	
Miejscowość:	Grajewo	
Adres:	ul. Strażacka 6	
Projektant:	NAPE	
Data obliczeń:	Środa 28 Września 2016 9:38	
Data utworzenia projektu:	Środa 28 Września 2016 9:38	
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 AH:	2427,9	m ²
Kubatura ogrzewana budynku VH:	8806,1	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	125623	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	55280	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	180903	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	180903	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	74,5	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	20,5	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	1510,4	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 :	4157,8	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 6A

Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie Vv,H:	6605,7	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	1057,37	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	293714	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	2428	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	8806,1	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	435,5	MJ/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	121,0	kWh/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	120,1	MJ/(m3·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	33,4	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 9

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyt energetyczny	
	Urzędu Miasta	
Miejscowość:	Grajewo	
Adres:	ul. Strażacka 6	
Projektant:	NAPE	
Data obliczeń:	Środa 28 Września 2016 9:35	
Data utworzenia projektu:	Środa 28 Września 2016 9:35	
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 :	2427,9	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	8806,1	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	132779	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	55280	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	188059	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	188059	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\Phi_{HL,A}$:	77,5	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\Phi_{HL,V}$:	21,4	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	1510,4	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 :	4157,8	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 6A

Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie Vv,H:	6605,7	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	1113,08	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	309189	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	2428	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	8806,1	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	458,5	MJ/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	127,3	kWh/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	126,4	MJ/(m3·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	35,1	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	

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.

Ze względu na podobne budynki pod względem zapotrzebowania na energię elektryczną proponuje się podobną moc instalacji fotowoltaicznej.

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	Moc zainstalowana
		W	W
Oprawa żarowa 60 W	21	60	1260
Świetlówki 2x36 W	104	72	7488
Świetlówki 3x14 W	7	42	294
Świetlówki 1x14 W	18	14	252
Świetlówki 9x16 W	20	144	2880
Świetlówki 4x18 W	1	72	72
RAZEM			12 246

Moc zainstalowanego oświetlenia w stanie istniejącym wynosi **12 246 W**.

Zestawienie oświetlenia po modernizacji przedstawiono w tabeli poniżej.

Typ oświetlenia	Sztuk po modernizacji	Moc jednostkowa po modernizacji	Moc zainstalowana po modernizacji	Cena jedn. (LED) (brutto)	Nakłady łącznie (brutto)
	szt.	W	W	zł/szt.	zł
Żarówka LED	21	11,5	242	54	1 134
Świetlówki LED 45 W	144 ¹⁾	45	6 480	164	23 616
Świetlówki LED 36 W	7 ¹⁾	36	252	144	1 008
Świetlówki LED 18 W	12 ¹⁾	18	216	84	1 008
Świetlówki LED 45 W	55 ¹⁾	45	2 475	164	9 020
Świetlówki LED 45 W	1 ¹⁾	45	45	164	164
RAZEM			9 710		35 950

- 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: **9 710 W**.

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

Materiały (M)			35 950
Robocizna 18% od M (R)			6 471
Koszty pośrednie Ko (64,36% od R):			4 165
Koszty zakupu Kz (6,25% od M):			2 247
Zysk 10,38% od R i Ko			666
Dokumentacja techniczna oświetlenia			3 690
RAZEM			53 188

Całkowity koszt modernizacji oświetlenia brutto, wyniesie około **53 188 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 11,94 kWh/(m²rok) oraz po modernizacji oświetlenia LENI równego 7,47 kWh/(m²rok), zapotrzebowanie na energię elektryczną wynosi:

- dla stanu istniejącego – 30 615 kWh,
- po modernizacji – 24 274 kWh,
- Stąd oszczędności wyniosą – **6 341 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:

$$6 341 \text{ kWh} \times 0,5643 \text{ zł/kWh} = \underline{\underline{3 578 \text{ zł/rok}}}$$

Natomiast SPBT:

$$53 188 / 3 578 = \underline{\underline{14,9 \text{ roku}}}$$

ZAŁĄCZNIK 5

Rzuty i przekroje budynku

- Z3.1 Rzut parteru w skali 1 : 100,**
- Z3.2 Rzut piętra w skali 1 : 100,**
- Z3.3 Szkic przekroju podłużnego w skali 1 : 100.**

