

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU



ADRES BUDYNKU

Szkoła Podstawowa w Głojskach

Ul. Szkolna 7

38-450 Dukla

WYKONAWCA AUDYTU

mgr inż. Sławomir Juryś

ul. Piłsudskiego 18

38-400 Krosno,

GRUDZIEN, Grudzień 2015 r.

www.jsystem.pl

Tel. 530 867 333



www.testszczelnoscibudynku.pl

email: info@jsystem.pl

audyty energetyczne i remontowe - weryfikacja projektów domów energooszczędnych - charakterystyki energetyczne - audyty efektywności ekologicznej - efekty ekologiczne - świadectwa charakterystyki energetycznej - odnawialne źródła energii - raporty osiągniętych wskaźników - projekty termomodernizacyjne - dopłaty do domów energooszczędnych NF40, NF15 - Wnioski NFOŚiGW – badania termowizyjne - testy szczelności budynków – audyty energetyczne MŚP z programu NF – plany gospodarki niskoemisyjnej – studia wykonalności Inwestycji – projekty termomodernizacyjne – oceny energetyczny przed i po modernizacji w programie RYŚ NFOŚiGW

1. Strona tytułowa audytu energetycznego

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	<i>Użyteczności publicznej</i>	1.2 Rok budowy	1970
1.3 INWESTOR (nazwa lub imię i nazwisko, PESEL*) (* w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości)	Gmina Dukla ul. Trakt Węgierski 11 38-450 Dukla	1.4 Adres budynku ul. Szkolna 7 38-450 Dukla podkarpackie	
2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:			
JSystem Sławomir Juryś ul. Piłsudskiego 18 38-400 Krosno		 www.jsystem.pl www.testszczelnoscibudynku.pl	
3. Imię, Nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:			
mgr inż. Sławomir Juryś ul. Piłsudskiego 18 38-400 Krosno Weryfikator NFOŚiGW nr W025 Audytor Energetyczny ZAE nr 377 nr identyfikacyjny kursu KAPE/2010/286 członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych nr 1533 Certyfikowany Ekspert i Audytor ds. Energetyki w Programie priorytetowym „Poprawa efektywności energetycznej Część 4) Inwestycje energooszczędne w małych i średnich przedsiębiorstwach”. Nr 042 nr uprawnień: MI/ŚE/837/2009 Konsultant programu RYS dopłat do termomodernizacji domów jednorodzinnych NFOŚiGW			 podpis
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	
1	---	---	
5. Miejscowość: Krosno		Data wykonania opracowania	grudzień 2015
6. Spis treści			
1. Strona tytułowa audytu energetycznego 2. Karta audytu energetycznego budynku 3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku 5. Ocena stanu technicznego budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych 6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego 7. Dokumentacja wykonania kolejnych kroków algorytmu służącego wybraniu optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego 8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przewidzianego do realizacji 9. Załącznik nr 1. - obliczenia modernizacji oświetlenia, efekt ekologiczny, raporty wydruków komputerowych zapotrzebowania na ciepło, dokumentacja techniczna			

2. Karta audytu energetycznego budynku*

2.1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.1.1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	tradycyjna
2.1.2.	Liczba kondygnacji	3	3
2.1.3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	3027,93	3027,93
2.1.4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	1000,77	1000,77
2.1.5.	Pow. ogrzewana części mieszkalnej [m ²]	0,00	0,00
2.1.6.	Pow. ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	1000,77	1000,77
2.1.7.	Liczba lokali mieszkalnych	0,00	0,00
2.1.8.	Liczba osób użytkujących budynek	60,00	60,00
2.1.9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	Miejskowe	Miejskowe
2.1.10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Centralne	Centralne
2.1.11.	Współczynnik A/V [1/m]	0,41	0,41
2.1.12.	Inne dane charakteryzujące budynek	...	...
2.2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane W/(m²·K)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.2.1.	Ściany zewnętrzne	1,51	0,18
2.2.2.	Ściany w gruncie (fundamentowa)	1,24	0,20
2.2.3.	Strop ostatniej kondygnacji	0,37	0,15
2.2.4.	Okna	1,40; 3,20	1,40; 0,90
2.2.5.	Drzwi zewnętrzne	1,70	1,70
2.2.6.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	0,86	0,86
2.2.7.	Stropy wewnętrzne	0,87	0,87
2.3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.3.1.	Sprawność wytwarzania	0,910	0,910
2.3.2.	Sprawność przesyłu	0,800	0,900
2.3.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,770	0,890
2.3.4.	Sprawność akumulacji	1,000	1,000
2.3.5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	0,850	0,850
2.3.6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	0,950	0,950
2.4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.4.1.	Sprawność wytwarzania	0,990	0,990
2.4.2.	Sprawność przesyłu	1,000	1,000
2.4.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,000	1,000
2.4.4.	Sprawność akumulacji	1,000	1,000
2.5. Charakterystyka systemu wentylacji		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.5.1.1.	Rodzaj wentylacji	Wentylacja grawitacyjna	Wentylacja grawitacyjna
2.5.1.2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	stolarka/kanały grawitacyjne	stolarka/kanały grawitacyjne
2.5.1.3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h]	2555,27	2555,27
2.5.1.4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	0,84	0,84
2.6. Charakterystyka energetyczna budynku		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.6.1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	83,34	52,77

2.6.2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	11,18	11,18
2.6.3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	416,04	225,15
2.6.4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	599,32	249,42
2.6.5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	30,61	30,61
2.6.6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	---	---
2.6.7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	---	---
2.6.8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	115,48	62,49
2.6.9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	166,35	69,23
2.6.10**	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00	0,00
2.7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.7.1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku *** [zł/GJ]	46,91	46,91
2.7.2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc *** [zł/(MW•m-c)]	0,00	0,00
2.7.3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej *** [zł/m ³]	45,60	45,60
2.7.4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc **** [zł/(MW•m-c)]	0,00	0,00
2.7.5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² •m-c)]	2,77	0,99
2.7.6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	285,26	285,26
2.7.7.	Inne [zł]	0,00	0,00
2.8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu [zł]	...	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	55,65
Planowane koszty całkowite [zł]	354288,46	Premia termomodernizacyjna [zł]	---
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	16458,93		

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

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

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

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

Tabela 1 Kryteria oceny wniosku w ramach „OŚ PRIORYTETOWA III. CZYSTA ENERGIA” – działanie 3.2 Modernizacja energetyczna budynków

Tabela b. Wskaźniki rezultatu

Lp.	Wskaźnik rezultatu	jednostka	Wartość bazowa (przed modernizacją) Zt0	Wartość docelowa (po modernizacji) Zt1	Efekt (w wyniku realizacji termomodernizacji) (zt0-zt1)
1.	Oszczędność energii finalnej: ciepłej (zt)	MWh/rok	174,98	77,79	97,19
2.	Oszczędność energii finalnej: elektrycznej (ze)	MWh/rok	14,32	7,28	7,04
3.	Oszczędność energii finalnej: ciepłej i elektrycznej ($\Delta z = zt + ze$)	MWh/rok	189,31	85,07	104,24
4.	Zmieszenie zapotrzebowania na energię finalną (ΔPZ)	%			55,06
5.	Roczna redukcja CO2	t CO ₂ /rok			27,92
6.	Zmiana źródła zasilania w energię ciepłą, wykorzystanie energii OZE i systemów wysokosprawnej kogeneracji				nie
7.	Oszczędność kosztów zaopatrzenia w energię	zł/rok			21037,56

Tabela c. Obliczenia energii pierwotnej

Lp.	Obliczenia oszczędności energii pierwotnej	jednostka	Wartość bazowa	Wartość docelowa
1.	Zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną c.o.	kWh/rok	183125,57	76211,67
2.	Zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną c.w.u	kWh/rok	25508,34	25508,34
3.	Zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną oświetlenie	kWh/rok	42974,06	21841,92
4.	Zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną pomocniczą	kWh/rok	6890,31	6890,31
5.	Zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną suma	kWh/rok	258498,28	130452,24
6.	Roczne zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną EP	(kWh/m ² rok)	258,30	130,35

Tabela d. Założenia do obliczeń

Lp.	Założenia do obliczeń	jednostka	wartość
1.	Wskaźnik emisji dla CO ₂ dla gaz z energii pierwotnej	kg/GJ	55,82
2.	Wskaźnik emisji dla CO ₂ dla prąd z energii finalnej	kg CO ₂ /MWh	914
3.	Wskaźnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej gaz	w _i	1,1
4.	Wskaźnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej prąd	w _i	3
5.	Jednostkowy koszt energii elektrycznej	zł/kWh	0,65

Tabela e. Podsumowanie kosztów modernizacji

Lp.	Podsumowanie kosztów	jednostka	wartość
1.	Koszty termomodernizacji	zł	354288,46
2.	Koszty modernizacji oświetlenia	zł	35 662,34
3.	RAZEM	zł	389 950,80

Tabela f. Zestawienie

Powierzchnia użytkowa ogrzewana (m ²)	Roczne zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną EP (kWh/m ² rok)	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię finalną (MWh/rok)	Roczna oszczędność kosztów energii (zł/rok)	Szacowany spadek emisji gazów cieplarnianych (tony ekwiwalentu CO ₂ /rok)	Zmniejszenie emisji pyłów PM-10 (kg/rok)
1000,77	130,35	104,24	21037,56	27,92	-

3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych

3.1. Ustawy i Rozporządzenia

1. Ustawa "prawo budowlane" z dnia 7 lipca 1994r. z późniejszymi zmianami
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego sposobu weryfikacji audytu energetycznego i części audytu remontowego oraz szczegółowych warunków, jakie powinny spełniać podmioty, którym BGK może zlecać wykonanie weryfikacji audytów z późn. zm.
4. Ustawa "o wspieraniu termomodernizacji i remontów" z dnia 21 listopada 2008r. z późniejszymi zmianami
5. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej
6. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 września 2015 roku zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

3.2. Normy techniczne

1. PN-EN ISO 6946 - Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania.
2. PN-EN ISO 13790:2009 Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczenia zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia.
3. PN-83/B-03430 - Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania.
4. PN-82/B-02402 - Temperatury ogrzewanych pomieszczeń w budynkach.
5. PN-82/B-02403 - Temperatury obliczeniowe zewnętrzne.
6. PN-EN 12831:2006 – Metoda obliczania projektowanego obciążenia cieplnego.

3.3. Materiały przekazane przez inwestora

1. Dokumentacja techniczna
2. Informacje techniczne przekazane przez inwestora

3.4. Inne materiały oraz programy komputerowe

1. Materiały z przeprowadzonej wizji lokalnej
2. Program komputerowy ArCADiasoft Chudzik sp. j. ArCADia-TERMO PRO 6.4

3.5. Wytyczne oraz uwagi inwestora

1 Opracowanie audytu energetycznego ze wskazaniem rozwiązań poprawiających efektywność energetyczną budynku, w wyniku których będzie on spełniał wymogi określone w dziale X Oszczędność energii i izolacyjność cieplna Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. Nr 75, poz. 690, z późn. zm), którego nowelizacja, przewidująca zwiększenie wymagań w zakresie efektywności energetycznej, weszła w życie 1 stycznia 2014 r. - normy obowiązujące od 1 stycznia 2021 r. Ponadto audyt energetyczny ma wskazywać sposoby ograniczenia zużycia energii, skutkujące zwiększeniem efektywności energetycznej (czyli zmniejszeniem obliczeniowego zapotrzebowania na energię) o co najmniej 25%.

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4.1. Ogólne dane techniczne

Konstrukcja/technologia budynku	-	tradycyjna
Kubatura budynku	-	3687,93 m ³
Kubatura ogrzewania	-	3027,93 m ³
Powierzchnia netto budynku	-	1000,77 m ²
Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej	-	0,00 m ²
Współczynnik kształtu	-	0,41 m ⁻¹
Powierzchnia zabudowy budynku	-	407,79 m ²
Ilość mieszkań	-	0,00
Ilość użytkowników	-	60,00

4.2. Dokumentacja techniczna budynku

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

4.3. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

4.3.1. Zbiorcza charakterystyka przegród budowlanych

Ściany zewnętrzne	1,51	W/(m ² •K)
Dach/stropodach	4,05	W/(m ² •K)
Strop ostatniej kondygnacji	0,37	W/(m ² •K)
Okna	1,40; 3,20	W/(m ² •K)
Drzwi/bramy	1,70	W/(m ² •K)
Ściana fundamentowa	1,24	W/(m ² •K)
Podłogi na gruncie	0,86	W/(m ² •K)
Stropy wewnętrzne	0,87	W/(m ² •K)

4.4. Taryfy i opłaty

Ceny ciepła - c.o.		Stan przed termomodernizacją		Stan po termomodernizacji	
Opłata za 1 GJ na ogrzewanie		46,91 zł/GJ		46,91 zł/GJ	
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie		0,00 zł/(MW•m-c)		0,00 zł/(MW•m-c)	
Inne koszty, abonament		260,26 zł/m-c		260,26 zł/m-c	
Ceny ciepła - c.w.u.		Stan przed termomodernizacją		Stan po termomodernizacji	
Opłata za 1 GJ		180,57 zł/GJ		180,57 zł/GJ	
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u.		0,00 zł/(MW•m-c)		0,00 zł/(MW•m-c)	
Inne koszty, abonament		25,00 zł/m-c		25,00 zł/m-c	
Obliczenia opłaty za 1 GJ energii na ogrzewanie w przypadku ogrzewania indywidualnego					
Rodzaj paliwa	Cena jednostki paliwa	% udział źródła	Wartość opałowa	Cena za GJ	średnia ważona opłata za GJ

Gaz ziemny GZ-50	1,87zł	50%	0,040	GJ/m ³	46,91zł	68,90
Energia elektryczna – Produkcja mieszana	0,65zł	50%	0,004	GJ/kWh	180,57zł	
Σ 100%						
4.5. Charakterystyka systemu grzewczego						
Wytwarzanie	Kotły niskotemperaturowe na paliwo gazowe lub ciekłe, z zamkniętą komorą spalania i palnikiem modulowanym, o mocy nominalnej powyżej 50 do 120 kW Paliwo - gaz ziemny					η _{H,g} = 0,910
Przesyłanie ciepła	C.o. wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z niezaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni nieogrzewanej					η _{H,d} = 0,800
Regulacja systemu grzewczego	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej bez automatycznej regulacji miejscowej					η _{H,e} = 0,770
Akumulacje ciepła	Brak zasobnika buforowego					η _{H,s} = 1,000
Czas ogrzewania w okresie tygodnia	Liczba dni: 5 dni					w _t = 0,850
Przerwy w ogrzewaniu w okresie doby	Liczba godzin: 8 godzin					w _d = 0,950
Sprawność całkowita systemu grzewczego η _{H,tot} = η _{H,g} η _{H,d} η _{H,e} η _{H,s} =						0,561
Informacje uzupełniające dotyczące przerw w ogrzewaniu	---					
Modernizacja systemu grzewczego po 1984 r.	Instalacja nie była modernizowana po 1984 r.					wymagany próg oszczędności: 25%
Moc cieplna zamówiona (centralne ogrzewanie)						--- MW
4.6. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej						
Wytwarzanie ciepła	Elektryczny podgrzewacz przepływowy					η _{W,g} = 0,990
Przesył ciepłej wody	Podgrzewanie wody bezpośrednio przy punktach poboru					η _{W,d} = 1,000
Regulacja i wykorzystanie	---					η _{W,e} = 1,000
Akumulacja ciepła	Brak zasobnika					η _{W,s} = 1,000
Sprawność całkowita systemu c.w.u. η _{W,tot} = η _{W,g} η _{W,d} η _{W,s} η _{W,e} =						0,990
Moc cieplna zamówiona (ciepła woda użytkowa)						--- MW

4.7. Charakterystyka systemu wentylacji	
Rodzaj wentylacji	Wentylacja grawitacyjna
Sposób doprowadzania i odprowadzania powietrza	stolarka/kanały grawitacyjne
Strumień powietrza wentylacyjnego	2555,27
Krotność wymian powietrza	0,84

Wentylacja w budynku zapewnia prawidłowe przewietrzanie. W okresie zimowym na skutek nadmiernego napływu powietrza zimnego mogą następować wysokie straty ciepła na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego.

5. Ocena stanu technicznego budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Rodzaj przegrody lub instalacji	Charakterystyka stanu istniejącego i możliwości poprawy
Ściana zewnętrzna	Ściany zewnętrzne kondygnacji nadziemnych. Na elewacji występują miejscowe odparzenia tynków, ściany wykazują liczne mostki termiczne, charakteryzują się niską izolacyjnością termiczną. Należy ocieplić przegrodę i dostosować przenikalność cieplną do Warunków Technicznych jakie będą obowiązywać od 1 stycznia 2021 r. Wymagane $U \leq 0,20$ [W/m^2K].
Ściana w gruncie (fundamentowa)	Ściana zewnętrzna przyziemia na kontakcie. Na ścianie występują miejscowe odparzenia tynki, strefy zawilgoceń i zagrzybień, ściana wykazuje liczne mostki termiczne, charakteryzują się niską izolacyjnością termiczną oraz brakiem izolacji przez wodą opadową. Należy odtworzyć izolację pionową przegrody, osuszyć i ocieplić przegrodę dostosowując przenikalność cieplną do Warunków Technicznych jakie będą obowiązywać od 1 stycznia 2021 r. Wymagane $U \leq 0,20$ [W/m^2K].
Podłoga na gruncie	Nie podlega modernizacji, technicznie-ekonomicznie modernizacja nieuzasadniona SPBT > 40 lat.
Strop ostatniej kondygnacji pod nieogrzewanym poddaszem	Strop ostatniej kondygnacji budynku głównego pod nieogrzewanym poddaszem charakteryzuje się wysokim współczynnikiem przenikalności, wyższym od obecnie wymaganym. Należy ocieplić przegrodę i dostosować przenikalności cieplną do wymagań jakie określają Warunki Techniczne w 2021. Wymagane $U \leq 0,15$ [W/m^2K].
Modernizacja przegrody OZ do wymiany 77/72	Stolarka okienna o znacznym stopniu zużycia, wypaczona, nieszczelna. Pożądana wymiana na stolarkę energooszczędną o współczynniku $U_{max} \leq 0,90$ [W/m^2K].
System grzewczy	Instalacja centralnego ogrzewania posiada szereg wad wynikających z przestarzałych rozwiązań technicznych oraz długoletniego użytkowania. Należy kompleksowo zmodernizować instalację centralnego ogrzewania. Zakres modernizacji obejmuje montaż nowych grzejników płytowych wyposażonych w zawory termostaticzne (1k), montaż nowego orurowania w izolacji termicznej, montaż automatycznych zaworów odpowietrzających. Instalacja centralnego ogrzewania wykonana jest z rur stalowych bez szwu, bez izolacji, łączonych przez spawanie, posiada zaawansowane skorodowanie (miejscowe przecieki). Nośnikami ciepła są grzejniki żeliwne radiatorowe typu S-130a, grzejniki płytowe, które wyposażone są w niesprawne zawory grzejnikowe (brak zaworów termostaticznych), co uniemożliwia regulację miejscową. Z powodu szeregu swych wad wynikających z przestarzałych rozwiązań technicznych oraz długoletniego użytkowania, należy kompleksowo zmodernizować instalację centralnego ogrzewania. Kotłownia: Źródłem ciepła do instalacji c.o. są dwa kotły gazowe z zamkniętą komorą spalania i palnikiem modułowym, marki Buderus 2 x 60 kW. Kotłownia wyposażona w automatykę i sterowanie pogodowe. Nie wymaga modernizacji.
Instalacja ciepłej wody użytkowej	Ciepła woda w budynku przygotowywana jest w elektrycznych podgrzewaczach przepływowych. Nie podlega modernizacji.
Oświetlenie	Oświetlenie w całym budynku, głównie oparte jest o oświetlenie świetlówkowe LRF-36W, RFL-40W oraz oświetleniu żarowym. Oświetlenie o znacznym stopniu zużycia, wysoce energochłonne znacznie odbiegające od obecnych energooszczędnych rozwiązań. Należy zmodernizować oświetlenie poprzez kompleksową wymianę opraw i źródeł światła na energooszczędne typu LED.

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

6.1 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie przez ściany, stropy i stropodachy

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Austrotherm EPS FASADA PREMIUM, $\lambda = 0,031$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	656,56m ²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	656,56m ²	
Stopniodni: 3634,06 dzień·K/rok	$t_{wo} = 19,25$ °C	$t_{zo} = -20,00$ °C

		Stan istniejący	Wariant numer		
			Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	46,91	46,91	46,91	46,91
Opłata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	260,26	260,26	260,26	260,26
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	15	17	19
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	1,190	0,176	0,158	0,143
Opór cieplny R	(m ² K)/W	0,84	5,68	6,32	6,97
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	4,84	5,48	6,13
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	245,33	36,30	32,60	29,58
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0307	0,0045	0,0041	0,0037
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	9805,59	9979,30	10120,86
Cena jednostkowa usprawnienia K_j	zł/m ²	---	195,29	200,00	210,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	157712,40	161513,76	169589,45
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	16,08	16,18	16,76

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 157712,40 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 16,08 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 15 cm

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Strop ostatniej kondygnacji pod nieogrzewanym poddaszem		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Płyty z wełny izolacyjnej, $\lambda = 0,036 \text{ [W/(m}\cdot\text{K)]}$;	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	$340,00 \text{ m}^2$	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	$340,00 \text{ m}^2$	
Stopniodni: 2470,86 dzień $\cdot$ K/rok	$t_{w0} = 19,40 \text{ }^\circ\text{C}$	$t_{z0} = -20,00 \text{ }^\circ\text{C}$

	Stan istniejący	Wariant numer		
		Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2
Opłata za 1 GJ Oz zł/GJ	46,91	46,91	46,91	46,91
Opłata za 1 MW Om zł/(MW $\cdot$ m-c)	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab zł/m-c	260,26	260,26	260,26	260,26
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b cm	---	25	30	35
Współczynnik przenikania ciepła U W/(m ² K)	0,370	0,104	0,091	0,080
Opór cieplny R (m ² K)/W	2,71	9,65	11,04	12,43
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR (m ² K)/W	---	6,94	8,33	9,72
Straty ciepła na przenikanie Q GJ	26,82	7,52	6,57	5,84
Zapotrzebowanie na moc cieplną q MW	0,0050	0,0014	0,0012	0,0011
Roczna oszczędność kosztów ΔO zł/rok	---	905,41	949,80	984,27
Cena jednostkowa usprawnienia K_j zł/m ²	---	73,33	80,00	90,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u zł	---	30666,61	33456,00	37638,00
Prosty czas zwrotu SPBT lata	---	33,87	35,22	38,24

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 30666,61 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 33,87 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 25 cm

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Ściana w gruncie (fundamentowa)		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Austrotherm EPS 035 EXPERT, $\lambda = 0,035$ [W/(m•K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	107,95m ²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	103,80m ²	
Stopniodni: 3634,06 dzień•K/rok	$t_{wo} = 19,00$ °C	$t_{zo} = -20,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer		
		Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2
Oplata za 1 GJ Oz	zł/GJ	46,91	46,91	46,91
Oplata za 1 MW Om	zł/(MW•m-c)	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	260,26	260,26	260,26
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	15	17
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	1,237	0,196	0,176
Opór cieplny R	(m ² K)/W	0,81	5,09	5,67
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	4,29	4,86
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	41,92	6,65	5,98
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0052	0,0008	0,0007
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	1654,22	1685,70
Cena jednostkowa usprawnienia K_j	zł/m ²	---	231,33	240,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	29534,22	30641,76
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	17,85	18,18

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 29534,22 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 17,85 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 15 cm

6.2 Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawie systemu wentylacji

Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji	
Modernizacja przegrody OZ do wymiany 77/72	
Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: 6,54 m ³ /h	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: 0,55m ²	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: 0,55m ²	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: 0,55m ²	
Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru: Brak osłonięcia cr = 1,2 ,cw = 1,00	
Stan istniejący: Stolarka bardzo nieszczelna (a > 4)	
Stopniodni: 3583,00 dzień•K/rok θi = 19,00 °C θe = -20,00 °C	

		Stan istniejący	Wariant numer
			W1
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	46,91	46,91
Opłata za 1 MW	zł/(MW•m-c)	0,00	0,00
Inne koszty, abonament	zł/m-c	260,26	260,26
Współczynnik c _m		1,35	1,00
Współczynnik c _r		1,20	1,00
Współczynnik a		---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	3,200	0,900
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	1,47	0,55
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0002	0,0001
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	43,05
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	---	648,73
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	438,86
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	10,19

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 438,86 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 10,19 lat

Stolarka bardzo szczelna (0,5 < a < 1)

Modernizacja systemu wentylacji

U= 0,90

6.3 Ocena opłacalności i wybór wariantu prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej

6.3.1 Obliczenia mocy cieplnej oraz zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania cwu

		Stan istniejący
Ciepło właściwe wody c_w	[kJ/(kg·K)]	4,18
Gęstość wody ρ_w	[kg/m ³]	1000
Temperatura ciepłej wody θ_w	[°C]	55
Temperatura zimnej wody θ_o	[°C]	10
Współczynnik korekcyjny k_R	[-]	0,55
Powierzchnia o regulowanej temperaturze A_f	[m ²]	1000,77
Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. V_{WI}	[dm ³ /(m ² ·doba)]	0,80
Czas użytkowania τ	[h]	12,00
Współczynnik godzinowej nierównomierności N_h	[-]	3,20
Sprawność wytwarzania $\eta_{w,q}$	[-]	0,99
Sprawność przesyłu $\eta_{w,d}$	[-]	1,00
Sprawność akumulacji ciepła $\eta_{w,s}$	[-]	1,00
Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła Q_{cw}	[GJ/rok]	30,61
Max moc cieplna q_{cwu}	[kW]	11,18

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

6.4.1. Ocena opłacalności modernizacji instalacji grzewczej

		Stan istniejący	Wariant 1
Opłata za 1 GJ na ogrzewanie	[zł/GJ]	46,91	46,91
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie	[zł/MW]	0,00	0,00
Inne koszty, abonament	[zł]	260,26	260,26
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło	[GJ]	416,04	
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[MW]	0,0833	
Sprawność systemu grzewczego		0,561	0,729
Roczna oszczędność kosztów ΔO	[zł/a]	---	6493,25
Koszt modernizacji	[zł]	---	135936,38
SPBT	[lat]	---	20,94

Informacje uzupełniające:

Kompleksowa modernizacja instalacji c.o. Zaprojektowano instalację dwururową z rozdziałem dolnym. Przewody należy izolować termicznie izolacją z pianki polietylenową zgodnie z wymogami Rozporządzenia Ministra Infrastruktury. Projektuje się montaż grzejników stalowych płytowych (60 szt.) wyposażonych w zawory termostaticzne o czułości 1K, Szacunkowy koszt modernizacji: 135936,38 zł

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

Rodzaje ulepszeń termomodernizacyjnych	Wartości sprawności składowych η oraz współczynników w *)
Wytwarzania ciepła, np. wymiana lokalnego wbudowanego źródła ciepła $\eta_{H,q}$	0,910
Przesyłania ciepła, np. izolacja pionów zasilających $\eta_{H,d}$	0,900
Regulacji systemu grzewczego, np. wprowadzenie automatyki pogodowej $\eta_{H,e}$	0,890
Akumulacji ciepła, np. wprowadzenie zasobnika buforowego $\eta_{H,s}$	1,000
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu tygodnia w_t	0,850
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	0,950
Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_{H,q} \eta_{H,d} \eta_{H,e} \eta_{H,s}$	0,729

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

6.4.3 Uproszczona kalkulacja kosztów przedsięwzięcia poprawiającego sprawność systemu grzewczego

Planowane usprawnienia:	Nakłady
Kompleksowa modernizacja instalacji c.o. Zaprojektowano instalacje dwururową z rozdziałem dolnym. Przewody należy izolować termicznie izolacją z pianki polietylenową zgodnie z wymogami Rozporządzenia Ministra Infrastruktury. Projektuje się montaż grzejników stalowych płytowych (60 szt.) wyposażonych w zawory termostaticzne o czułości 1K,	135936,38
Suma:	135936,38

6.4.4 Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu grzewczego

Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania η_q	Bez zmian
Ulepszenie sprawności przesyłu η_d	Demontaż istniejącej instalacji centralnego ogrzewania wraz z armaturą i grzejnikami. Wykonanie nowej instalacji centralnego ogrzewania. Przewody instalacji c.o. zostaną wykonane z rur stalowych czarnych łączonych przez spawanie (poziomy i pionowy). Rozprowadzenie instalacji od pionów do grzejników z rur miedzianych łączonych przez lutowanie, poprzez rozdzielacze umieszczone w szafkach. Przewody centralnego ogrzewania wykonane z rur stalowych zostaną zabezpieczone antykorozyjnie. Wszystkie przewody poziome w piwnicy będą posiadały izolację cieplną z pianki poliuretanowej.
Ulepszenie sprawności regulacji η_e	Demontaż starych grzejników i montaż nowych grzejników stalowych płytowych z zaworami i głowicami termostaticznymi (1K)
Ulepszenie sprawności akumulacji η_s	Bez zmian
Ulepszenie dotyczące przerw w ogrzewaniu w_t i w_d	Prawidłowe i oszczędne wykorzystanie zaworów termostaticznych.

7. Dokumentacja wykonania kolejnych kroków algorytmu służącego wybraniu optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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

Lp.	Rodzaj i zakres ulepszenia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lat]
1.	Modernizacja przegrody OZ do wymiany 77/72	438,86 zł	10,19
2.	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	157712,40 zł	16,08
3.	Modernizacja przegrody Ściana w gruncie (fundamentowa)	29534,22 zł	17,85
4.	Modernizacja przegrody Strop ostatniej kondygnacji pod nieogrzewanym poddaszem	30666,61 zł	33,87
5.	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	0,00 zł	---
	Modernizacja systemu grzewczego	135936,38	20,94

7.2 Określenie kosztów poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant 1		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody OZ do wymiany 77/72	438,86
2	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	157712,40
3	Modernizacja przegrody Ściana w gruncie (fundamentowa)	29534,22
4	Modernizacja przegrody Strop ostatniej kondygnacji pod nieogrzewanym poddaszem	30666,61
5	Modernizacja systemu grzewczego	135936,38
6	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	0,00
Całkowity koszt		354288,46

Wariant 2		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody OZ do wymiany 77/72	438,86
2	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	157712,40
3	Modernizacja przegrody Ściana w gruncie (fundamentowa)	29534,22
4	Modernizacja systemu grzewczego	135936,38
5	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	0,00
Całkowity koszt		323621,86

Wariant 3		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody OZ do wymiany 77/72 'Wentylacja grawitacyjna'	438,86

2	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	157712,40
3	Modernizacja systemu grzewczego	135936,38
4	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	0,00
Całkowity koszt		294087,64

Wariant 4		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody OZ do wymiany 77/72	438,86
2	Modernizacja systemu grzewczego	135936,38
3	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	0,00
Całkowity koszt		136375,24

Wariant 5		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu grzewczego	135936,38
2	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	0,00
Całkowity koszt		135936,38

7.3. Wyniki komputerowych obliczeń dla poszczególnych wariantów przedsięwzięcia

Wariant	sumaryczna strata ciepła budynku	roczne zapotrzebowanie energii budynku	średnia temperatura pomieszczeń ogrzewanych	powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych	kubatura pomieszczeń ogrzewanych	kubatura budynku	kubatura przestrzeni ogrzewanej	wskaźnik cieplny budynku	stosunek pow. przegród zewnętrznych do kubatury przestrzeni ogrzewanej ALV
	[MW]	[GJ]	°C	m ²	m ³	m ³	m ³	W/m ³	1/m
0	0,0833	416,04	19,23	1000,77	3027,93	3687,93	3027,93	31,46	0,41
1	0,0528	225,15	19,23	1000,77	3027,93	3687,93	3027,93	20,21	0,41
2	0,0558	247,02	19,23	1000,77	3027,93	3687,93	3027,93	21,39	0,41
3	0,0572	261,69	19,23	1000,77	3027,93	3687,93	3027,93	22,83	0,41
4	0,0833	415,64	19,23	1000,77	3027,93	3687,93	3027,93	31,46	0,41
5	0,0833	416,04	19,23	1000,77	3027,93	3687,93	3027,93	31,46	0,41

7.4. Obliczenia oszczędności kosztów wynikających z przeprowadzenia przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant	$Q_{h0,1co}$ $q_{h0,1co}$	$Q_{0,1cwu}$ $q_{0,1cwu}$	$\eta_{0,1}$	$W_{t0,1}$	$W_{d0,1}$	$Q_{0,1}$	$O_{0,1}$	ΔO	$\% \Delta O$
-	GJ	GJ	-	-	-	GJ	zł	zł	%
	MW	MW							
0	416,04 0,0833	30,61 0,0112	0,56	0,85	0,95	630,52	37092,37	---	---
1	225,15 0,0528	30,61 0,0112	0,73	0,85	0,95	279,66	20633,44	16458,93	44,37
2	247,02 0,0558	30,61 0,0112	0,73	0,85	0,95	303,85	21768,28	15324,09	41,31
3	261,69 0,0572	30,61 0,0112	0,73	0,85	0,95	320,08	22529,51	14562,87	39,26
4	415,64 0,0833	30,61 0,0112	0,73	0,85	0,95	490,38	30518,00	6574,37	17,72
5	416,04 0,0833	30,61 0,0112	0,73	0,85	0,95	490,82	30538,75	6553,62	17,67

7.5. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Wariant	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii ΔO	Procentowa oszczędność zapotrz. na energię
1	354288,46 zł	16458,93	55,65%
2	323621,86 zł	15324,09	51,81%
3	294087,64 zł	14562,87	49,24%
4	136375,24 zł	6574,37	22,23%
5	135936,38 zł	6553,62	22,16%

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia termomodernizacyjnego jest wariant nr 1 gdyż:

1. Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię zużywaną na potrzeby ogrzewania oraz podgrzewania wody użytkowej jest większe niż: 25%

- planowany koszt całkowity	---	354288,46 zł	
- roczne oszczędności kosztów energii	---	16458,93 zł	tj. 44,37 %

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

P1

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 15 cm, $\lambda \leq 0,031$ [W/(mK)]

Zastosowany materiał izolacji termicznej: EPS FASADA PREMIUM

Powierzchnia przegrody do ocieplenia: 656,56 m². Koszt modernizacji: 157712,40 zł

P2

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Strop ostatniej kondygnacji pod nieogrzewanym poddaszem**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 15 cm, $\lambda \leq 0,036$ [W/(mK)]

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyty z wełny izolacyjnej

Powierzchnia stropu do ocieplenia: 340 m². Koszt modernizacji: 30666,61 zł

P3

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Ściana w gruncie (fundamentowa)**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 15 cm, $\lambda \leq 0,035$ [W/(mK)]

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Austrotherm EPS 035 EXPERT

Powierzchnia przegrody do ocieplenia: 107,95 m². Koszt modernizacji: 29534,22 zł

O1

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody OZ do wymiany 77/72**

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

Wymagany typ stolarki: Stolarka bardzo szczelna (0,5 < a < 1)

Powierzchnia okna do wymiany: 0,55 m². (1 szt. elewacja N). Koszt modernizacji: 438,86 zł

C.O.

Usprawnienie: **modernizacja instalacji grzewczej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych: Kompleksowa modernizacja instalacji c.o. Zaprojektowano instalację dwururową z rozdziałem dolnym. Przewody należy izolować termicznie izolacją z pianki polietylenowej zgodnie z wymogami Rozporządzenia Ministra Infrastruktury. Projektuje się montaż grzejników stalowych płytowych (60 szt.) wyposażonych w zawory termostatyczne o czułości 1K,

Koszt modernizacji: 135936,38 zł

Oświetlenie

Usprawnienie: **modernizacja oświetlenia na energooszczędne**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych: Wymiana istniejących 139 szt. opraw oświetleniowych o mocy: 2x36W, 4x18W, 2x18W, lampy z żarówkami 60. na oświetlenie energooszczędne typu LED.

Koszt modernizacji: 35662,34 zł

Załączniki 9

Załącznik 9.1 Obliczenia oszczędności modernizacji oświetlenia..

Załącznik 9.2 Efekt ekologiczny

Załącznik 9.3 Wydruki komputerowe zapotrzebowania na ciepło przed i po modernizacji.

Załącznik 9.4 Dokumentacja techniczna budynku.

Załącznik 9.1 Obliczenia oszczędności modernizacji oświetlenia..

Modernizacja polega na wymianie wszystkich dotychczasowych opraw żarowych (60 W) i świetlówkowych o mocy (38 W) na źródła światła w technologii LED.

Ilość zaoszczędzonej energii finalnej ΔQ [kWh/rok] obliczono wg wzoru (7) Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 10 sierpnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru kartu audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczenia oszczędności energii.

Z uwagi na nie stosowanie usprawnień wpływających na zmniejszenie zużycia energii poprzez zastosowanie obniżenia natężenia oświetlenia do poziomu wymaganego, uwzględniania nieobecności użytkowników w miejscu pracy oraz wykorzystania światła dziennego, skorzystano z metody uproszczonej obliczenia oszczędności modernizacji oświetlenia Rozporządzenia w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczenia oszczędności energii.

$$\Delta Q = T_u (M_0 - M_1) / 1000 \text{ [kWh/rok]}$$

T_u – czas użytkowania źródła światła określony na podstawie danych w tabeli nr 6, wyrażony w [h/rok]

M_0 – łączna moc znamionowa istniejących (starych) opraw oświetleniowych wyrażona w [W]

M_1 – łączna moc znamionowa opraw oświetleniowych po modernizacji wyrażona w [W]

Obliczenia dla stanu przed modernizacją

Przed modernizacją	Typ	Moc	Ilość	strata statecznik	moc	Czas użytkowania źródła światła - budynki użyteczności publicznej	Roczne zapotrzebowanie na energię
		[W]	[szt.]	[W]	[W]		
Pomieszczenia biurowe, klasy	2x36	72	70	252,00	5292,00	1800	11294,64
	4x18	72	13	46,80	982,80		
	2x18	36	0	0,00	0,00		
	60	60	0	0,00	0,00		
Korytarze, holle	2x36	72	24	86,40	1814,40	1080	2000,38
	4x18	72	0	0,00	0,00		
	2x18	36	1	1,80	37,80		
	60	60	0	0,00	0,00		
Pozostałe, WC, magazyny	2x36	72	3	10,80	226,80	540	1029,67
	4x18	72	0	0,00	0,00		
	2x18	36	0	0,00	0,00		
	60	60	28	0,00	1680,00		
RAZEM			139		10033,8		14324,69

Obliczenia dla stanu po modernizacji

Po modernizacji	Typ	Moc	Ilość	strata statecznik	moc	Czas użytkowania źródła światła - budynki użyteczności publicznej	Roczne zapotrzebowanie na energię
		[W]	[szt.]	[W]	[W]		
Pomieszczenia biurowe, klasy	2x20	40	70	0,00	2800,00	1800	5976,00
	4x10	40	13	0,00	520,00		
	2x10	20	0	0,00	0,00		
	12	12	0	0,00	0,00		
Korytarze, holle	2x20	40	24	0,00	960,00	1080	1058,40
	4x10	40	0	0,00	0,00		
	2x10	20	1	0,00	20,00		
	12	12	0	0,00	0,00		
Pozostałe, WC, magazyny	2x20	40	3	0,00	120,00	540	246,24
	4x10	40	0	0,00	0,00		
	2x10	20	0	0,00	0,00		
	12	12	28	0,00	336,00		
RAZEM			139		4756		7280,64

Tabela 9.1a Obliczenia oszczędności modernizacji oświetlenia

Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Po modernizacji
Roczne zapotrzebowanie na energię finalną na oświetlenie $E_{K,L}$	kWh/rok	14 324,69	7 280,64
Roczne oszczędność energii na oświetlenie $\Delta E_{K,L}$	kWh/rok		7 044,05
Jednostkowy koszt energii elektrycznej	zł/kWh	0,65	0,65
Koszty oświetlenia	zł	9 311,05	4 732,42
Roczne oszczędność na oświetlenie $\Delta E_{K,L}$	zł/rok		4 578,63
Koszy całkowitej usprawnienia	zł		35 662,34
$SPBT = NU / \Delta Q_{ru}$	lata		7,79
$SPBT = NU / \Delta Q_{ru}$ (dotacja 85%)	lata		1,17

Tabela 9.1b Szacunkowa wartość modernizacji oświetlenia na podstawie kosztorysu

Szacunkowe koszty modernizacji		moc	Cena netto	Cena brutto
oprawy LED 40 W	odpowiednik świetlówek 2x36W, 4x18 W	4420,00	28993,77	35662,34
oprawy LED 12 W	odpowiednik opraw żarowych 60 W	336,00		
				35662,34

Załącznik 9.2 Efekt ekologiczny

Nośnik energii	WSPÓŁCZYNNIKI NAKŁADU NIEODNAWIALNEJ ENERGII PIERWOTNEJ ³	WSKAŹNIK EMISJI ⁴⁽⁶⁾ kgCO ₂ /GJ lub MgCO ₂ /MWh	Rok bazowy - stan		Okres eksploatacji - stan po		
			Zapotrzebowanie na energię końcową (GJ/rok lub MWh/rok)	Wielkość emisji MgCO ₂ /rok	Zapotrzebowanie na energię końcową (GJ/rok lub MWh/rok)	Wielkość emisji MgCO ₂ /rok	Redukcja emisji ⁹⁾ MgCO ₂ /rok
1	2	3	4	5	6	7	8
Olej opałowy (podawać w GJ/rok)	1,10	76,59		-		-	-
Gaz ziemny (podawać w GJ/rok)	1,10	55,82	599,32	36,80	249,42	15,31	21,48
Gaz płynny (podawać w GJ/rok)	1,10	62,44		-		-	-
Węgiel kamienny (podawać w GJ/rok)	1,10	94,62		-		-	-
Węgiel brunatny (podawać w GJ/rok)	1,10	108,60		-		-	-
Biomasa ⁸⁾ (podawać w GJ/rok)	0,20			-		-	-
Inny (podać jaki) energia słoneczna	-	-		-		-	-
Ciepło sieciowe z ciepłowni ⁵⁾ (podawać w GJ/rok)	1,30	94,94		-		-	-
Ciepło sieciowe z ciepłowni wyłącznie na biomasę ⁷⁾ (podawać w GJ/rok)	0,20			-		-	-
Ciepło sieciowe z elektrociepłowni ⁵⁾ (podawać w GJ/rok)				-		-	-
Ciepło sieciowe z elektrociepłowni opartej wyłącznie na energii odnawialnej (biogaz, biomasa) ⁷⁾ (podawać w GJ/rok)							
Energia elektryczna zużyta na potrzeby budynku/ budynków ^{2) 6)} (podawać w MWh/rok)	1,00	0,91	14,32	13,09	7,28	6,65	6,44
Energia elektryczna wyprodukowana w miejscu, zużyta na potrzeby budynku/ budynków lub sprzedana (wyeksportowana) do sieci ^{2) 8)} (podawać w MWh/rok ze znakiem minus)	1,00	0,91		-		-	-
SUMA				49,89		21,97	27,92
PROCENT REDUKCJI EMISJI							55,97%
¹⁾ Wartości zapotrzebowania na energię końcową w okresie eksploatacji (po modernizacji) należy przyjmować dla stanu docelowego, czyli roku następnego							
²⁾ Wartość energii elektrycznej uwzględnia ilość energii elektrycznej na potrzeby danego budynku/ budynków: oświetlenie wbudowane, energia pomocnicza,							
³⁾ Współczynniki nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej należy przyjąć zgodnie z tabelą nr 40 Załącznika nr 5 do regulaminu Konkursu							
⁴⁾ Wskaźniki emisji należy przyjmować zgodnie z Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO ₂ (WE) do raportowania w ramach Wspólnotowego							
⁵⁾ W przypadku zużycia energii pochodzącej z zewnętrznego źródła ciepła (miejska sieć ciepłownicza itp.) należy zastosować współczynniki nakładu							
⁶⁾ Dla energii elektrycznej, zakłada się, że wykazywana w tej pozycji tabeli energia elektryczna, pochodzi z polskiej sieci elektroenergetycznej. Dla tej sieci,							
⁷⁾ wyłącznie (w 100%) opalanego biomasą; wielkości dotyczące energii podawane są informacyjnie, wskaźnik emisji zgodnie z założeniami Wspólnotowego							
⁸⁾ sprzedaż (eksport) energii elektrycznej do sieci elektroenergetycznej dotyczy wyłącznie wniosków wzorcowych.							
⁹⁾ w tym uniknięta emisja							

Załącznik 9.3 Wydruki komputerowe zapotrzebowania na ciepło przed i po modernizacji.

Obliczenia wartości współczynników U elementów budowlanych						
Obliczenia wartości współczynników U elementów budowlanych						
Kody Element Materiał		Opis	d	λ	R	U_c
			m	W/(m•K)	m ² •K/W	W/(m ² •K)
1	Ściana zewnętrzna, przegroda jednorodna					
	60	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,04	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,012	0,820	0,015	-
	2	Cegła pełna zwykła	0,500	0,780	0,641	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,012	0,820	0,015	-
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,13	-
	Grubość całkowita i U_k		0,52	-	0,84	1,19
2	Ściana w gruncie (fundamentowa), przegroda jednorodna					
	62	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,00	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,012	0,820	0,015	-
	3	Cegła pełna zwykła	0,500	0,770	0,649	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,012	0,820	0,015	-
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,13	-
	Grubość całkowita i U_k		0,52	-	0,81	1,24
Kody Element Materiał		Opis	d	λ	R	U_c
			m	W/(m•K)	m ² •K/W	W/(m ² •K)
3	Podłoga na gruncie, przegroda jednorodna					
	63	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w dół)			0,00	-
	4	Piasek	0,200	2,000	0,100	-
	5	Podkład z betonu chudego	0,100	1,050	0,095	-
	6	Papa asfaltowa	0,001	0,180	0,006	-
	7	Żużel paleniskowy 700	0,150	0,220	0,682	-
	8	Wylewka	0,100	1,050	0,095	-
	9	Płytki ceramiczne/porcelanowe	0,015	1,300	0,012	-
	64	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w dół)			0,17	-
	Grubość całkowita i U_k		0,57	-	1,16	0,86
4	Strop wewnętrzny, przegroda jednorodna					
	65	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,10	-
	10	Wylewka	0,050	1,400	0,036	-
	11	Płyta styropianowa EPS T-24dB PODŁOGA PŁYWAJĄCA	0,030	0,045	0,667	-
	12	Strop DZ-3 gr. 20 cm	0,200	0,870	0,230	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,015	0,820	0,018	-
	65	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,10	-
	Grubość całkowita i U_k		0,30	-	1,15	0,87
Kody Element Materiał		Opis	d	λ	R	U_c
			m	W/(m•K)	m ² •K/W	W/(m ² •K)
5	Strop ostatniej kondygnacji pod nieogrzewanym poddaszem, przegroda jednorodna					
	65	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,10	-
	10	Wylewka	0,050	1,400	0,036	-
	11	Płyta styropianowa EPS T-24dB PODŁOGA PŁYWAJĄCA	0,100	0,045	2,222	-
	12	Strop DZ-3 gr. 20 cm	0,200	0,870	0,230	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,015	0,820	0,018	-
	65	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,10	-

	Grubość całkowita i U_k		0,37	-	2,71	0,37
6	Dach, przegroda jednorodna					
	66	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,04	-
	13	Blacha cynkowa	0,005	50,000	0,000	-
	14	Sosna i świerk wzdłuż włókien	0,032	0,300	0,107	-
	65	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,10	-
	Grubość całkowita i U_k		0,04	-	0,25	4,05
7	Okno zewnętrzne, przegroda jednorodna					
	Grubość całkowita i U_k		-	-	-	1,4
8	Okno zewnętrzne wymiana (elewacja N parter), przegroda jednorodna					
	Grubość całkowita i U_k		-	-	-	3,2
9	Drzwi zewnętrzne, przegroda jednorodna					
	Grubość całkowita i U_k		-	-	-	1,7

Zestawienie uproszczonych współ. strat ciepła

Zestawienie obliczeniowych współczynników strat ciepła przez przenikanie dla Strefa O

Kod	Typ przegrody	Symbol	Nazwa	A	U	$H_{tr,s}$	$H_{\%}$
-	-	-	-	m ²	W/(m ² ·K)	W/K	%
1	Ściana na gruncie	SG fundamentowa	Ściana w gruncie (fundamentowa)	107,95	1,24	50,48	3,89
2	Podłoga na gruncie	PG	Podłoga na gruncie	335,50	0,86	47,42	3,65
3	Ściana zewnętrzna	SZ	Ściana zewnętrzna	656,56	1,19	781,35	60,14
4	Okno zewnętrzne	OZ PVC	Okno zewnętrzne	195,89	1,40	274,24	21,11
5	Okno zewnętrzne	OZ do wymiany 77/72	Okno zewnętrzne wymiana (elewacja N parter)	0,55	3,20	1,77	0,14
6	Strop wewnętrzny	STW	Strop wewnętrzny	1005,00	0,87	0,00	0,00
7	Drzwi zewnętrzne	DZ	Drzwi zewnętrzne	10,80	1,70	18,37	1,41
8	Strop wewnętrzny	STW ost.	Strop ostatniej kondygnacji pod nieogrzewanym poddaszem	340,00	0,37	125,64	9,67
Całkowity współczynnik strat ciepła przez przenikanie					$H_{tr,s}$	1299,28	W/K

Obliczenia zbiorcze dla strefy Strefa O

Temperatura wewnętrzna strefy	θ_i	19,23	°C									
Pole powierzchni pomieszczeń o regulowanej temperaturze	A_f	1000,8	m ²									
Obciążenia cieplne pomieszczeń zyskami wewnętrznymi	q_{int}	3,2	W/m ²									
Pojemność cieplna budynku	C_m	370284900	J/K									
Stała czasowa budynku	τ	55,8	h									
Udział granicznych potrzeb ciepła	$\gamma_{H,lim}$	1,2	-									
-	a_H	4,7	-									
Obliczenia miesięcznego zapotrzebowania na energię do ogrzewania i wentylacji $Q_{H,nd,n}$ kWh/m-c												
Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Średnia temperatura zewnętrzna θ_e , °C	-0,9	-2,8	4,9	9,7	13,3	17,4	19,5	17,5	12,8	7,1	-0,5	-1,2
Liczba godzin w miesiącu t_m , h	744	672	744	720	744	720	744	744	720	744	720	744
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie $Q_{H,th}=10^{-3} \cdot H_{tr} \cdot (\theta_i - \theta_e) \cdot t_m$ kWh/m-c	27620	27302	19662	12654	8136	2430	-370	2374	8538	16643	26198	28031
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie z strefami ogrzewanymi $Q_{H,zy}=10^{-3} \cdot H_{zy} \cdot (\theta_i - \theta_{i,yz}) \cdot t_m$ kWh/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Miesięczna strata ciepła przez przenikanie $Q_{H,ht}=Q_{H,t}+Q_{H,zy}$ kWh/m-c	27620	27302	19662	12654	8136	2430	-370	2374	8538	16643	26198	28031
Miesięczne zyski ciepła od nasłonecznienia Q_{sol} , kWh/m-c	2689	3073	5666	7995	11973	11513	12610	10479	7394	4545	2574	2229
Miesięczne wewnętrzne zyski ciepła $Q_{int}=q_{int}\cdot 10^{-3}\cdot A_f\cdot t_m$ kWh/m-c	2383	2152	2383	2306	2383	2306	2383	2383	2306	2383	2306	2383
Miesięczne zyski ciepła $Q_{H,gn}=Q_{sol}+Q_{int}$ kWh/m-c	5072	5225	8049	10300	14356	13819	14992	12862	9700	6927	4880	4612
$\gamma_H=Q_{H,gn}/Q_{H,ht}$	0,18	0,19	0,41	0,81	1,76	5,69	-40,47	5,42	1,14	0,42	0,19	0,16
$\gamma_{H,1}$	0,17	0,19	0,30	0,61	1,29	0,00	0,00	0,00	0,78	0,30	0,18	0,17
$\gamma_{H,2}$	0,19	0,30	0,61	1,29	3,73	0,00	0,00	0,00	3,28	0,78	0,30	0,18
$f_{H,m}$	1,00	1,00	1,00	0,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,52	1,00	1,00	1,00
Współczynnik wykorzystania zysków ciepła, $\eta_{H,gn}$	1,00	1,00	0,99	0,90	0,55	0,18	-0,02	0,18	0,77	0,99	1,00	1,00
Miesięczne zapotrzebowanie na energię $Q_{H,nd,n}=Q_{H,ht}-\eta_{H,gn}\cdot Q_{H,gn}$ kWh/m-c	22549,2 9	22077, 98	11683, 52	3402,47	251,70	0,55	0,00	0,67	1081,64	9780,9 1	21318,8 4	23420, 51
Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową dla ogrzewania i wentylacji $Q_{H,nd}=\Sigma(Q_{H,nd,n})$, kWh/rok											115568,1	

Zestawienie stref

Zestawienie stref					
Numer strefy	Nazwa strefy	A	V	t	Zapotrzebowanie na ciepło
	-	m ²	m ³	°C	kWh/rok
1	Strefa O	1000,77	3027,93	19,23	115568,07
Całkowite zapotrzebowanie strefy $Q_{H,nd}$ [kWh/rok]					115568,07

Zestawienie obliczeniowych współczynników strat ciepła przez przenikanie dla Strefa O po modernizacji.

Zestawienie uproszczonych współ. strat ciepła

Zestawienie obliczeniowych współczynników strat ciepła przez przenikanie dla Strefa O							
Kod	Typ przegrody	Symbol	Nazwa	A	U	$H_{tr,s}$	$H_{\%}$
-	-	-	-	m ²	W/(m ² ·K)	W/K	%
1	Ściana na gruncie	SG fundamentowa	Ściana w gruncie (fundamentowa)	0,00	0,20	0,00	0,00
2	Podłoga na gruncie	PG	Podłoga na gruncie	335,50	0,86	47,42	9,65
3	Ściana zewnętrzna	SZ	Ściana zewnętrzna	656,56	0,18	115,61	23,53
4	Okno zewnętrzne	OZ PVC	Okno zewnętrzne	195,89	1,40	274,24	55,81
5	Okno zewnętrzne	OZ do wymiany 77/72	Okno zewnętrzne wymiana (elewacja N parter)	0,55	0,90	0,50	0,10
6	Strop wewnętrzny	STW	Strop wewnętrzny	1005,00	0,87	0,00	0,00
7	Drzwi zewnętrzne	DZ	Drzwi zewnętrzne	10,80	1,70	18,37	3,74
8	Strop wewnętrzny	STW ost.	Strop ostatniej kondygnacji pod nieogrzewanym poddaszem	340,00	0,10	35,23	7,17
Całkowity współczynnik strat ciepła przez przenikanie						$H_{tr,s}$	491,38
							W/K