

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

Dane budynku	Nazwa jednostki: Gmina Rzezawa Nazwa budynku: Budynek Zespołu Szkół w Dąbrówce Adres: Dąbrówka 1 dz. nr ewid. 520/2, 458/10, 461, 458/13, 460/2 gmina Rzezawa kod pocztowy: 32-765 miejscowość: Rzezawa powiat: bocheński województwo: małopolskie

Rzezawa 2015
(aktualizacja 2016)

Egzemplarz nr: 1

1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU			
1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Użyteczności publicznej	1.2 Rok budowy	1996
1.3 Inwestor (nazwa, nazwisko i imię, adres do korespondencji telefon/fax)	Gmina Rzeszawa ul. Długa 21 32-765 Rzeszawa Tel. 14 68 58 100, Fax: 14 68 58 100 w.36	1.4 Adres budynku ul. brak kod: 32-7654 miejscowość: Dąbrówka dz. ewid. nr 520/2, 458/10, 461, 458/13, 460/2 powiat: bocheński województwo: małopolskie	
2. Nazwa, REGON, adres podmiotu wykonującego audyt			
mgr inż. Grzegorz Jeziorek, ul. Spokojna 13, 32-800 Brzesko, Pesel: 68042312657 tel. +48 603 939 626 <i>Grzegorz Jeziorek</i>			
3. Imię i nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, kwalifikacje zawodowe, podpis			
mgr inż. Tadeusz Chyla, ul. Uzbornia 16, 32-700 Bochnia, tel. +48 502 617 959 upr. WB-NB 8346/119/81 <i>Tadeusz Chyla</i> mgr inż. TADEUSZ CHYLA 32-700 Bochnia, Uzbornia 16 projektowanie, nadz. ow. inst. sanitar upr. bud. WB-NB 8346/119/81			
4. Współautorzy audytu: imiona i nazwiska, zakres prac przy opracowaniu			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu	
-	-	-	
-	-	-	
-	-	-	
Miejscowość: Brzesko		Data wykonania audytu: 25.08.2016	
5. Spis treści			
1. Strona tytułowa		str.	
2. Karta audytu energetycznego		2	
3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora		3	
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku		5	
5. Charakterystyka energetyczna istniejącego budynku		6	
6. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego, zestawienie optymalnych usprawnień uszeregowane wg rosnącej wartości SPBT		7	
7. Określenie optymalnego wariantu modernizacyjnego		9	
8. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia		11	
9. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia		23	
10.1. Zapotrzebowanie energii końcowej i koszty dla różnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku		24	
10.2. Zestawienie wariantów i wybór optymalnego pod względem efektywności energetycznej i ekonomicznej		25	
10.3. Zestawienie wskaźników efektywności energet. i ekologicznej dla modernizowanego budynku		26	
11. Opis optymalnego wariantu przedsięwzięcia		27	
12. Zapotrzebowanie na energię końcową dla budynku wybranego wariantu optymalnego		30	
Załączniki od strony 32			

2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. Dane ogólne budynku		Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
1.	Konstrukcja budynku / technologia wykonania budynku	Tradycyjny murowany	Tradycyjny murowany
2.	Liczba kondygnacji	3	3
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	4811,5	4811,5
4.	Powierzchnia budynku netto [m ²]	1557,1	1557,1
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	0	0
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	1557,1	1557,1
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	174	174
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	Centralne (kocioł gazowy)	Centralne (kocioł gazowy)
10.	Rodzaj systemu grzewczego a budynku	Centralne (kocioł gazowy)	Centralne (kocioł gazowy)
11.	Współczynnik kształtu A/V_s 1/m	0,45	0,45
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynnik przenikania ciepła przez przegrody budowlane U^1 W/(m²K)		Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
1.	Ściany zewnętrzne SC_ZEW	1,17	0,2
2.	Ściany zewnętrzne	-	-
3.	Ściany zewnętrzne	-	-
4.	Ściany zewnętrzne	-	-
5.	Ściany zewnętrzne	-	-
6.	Ściany zewnętrzne	-	-
7.	Ściany zewnętrzne	-	-
8.	Ściany zewnętrzne	-	-
9.	Dach / stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami STROP_NOK	0,65	0,15
10.	Strop nad piwnicą	-	-
11.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych P_GRUNT	1,16*	1,16*
12.	Okna, drzwi balkonowe OKNO	2,6	0,9
13.	Drzwi zewnętrzne/ bramy wejściowe DRZWI_WEJ_G oraz DRZWI_WE_KO	5,0	1,3
14.	Inne	-	-
* - nie przewiduje się w projekcie modernizacji termomodernizacji podłogi przy gruncie, straty ciepła przez tą przegrodę są znikome			
3. Sprawności składowe systemu grzewczego, współczynniki przerw w ogrzewaniu η_{Htot}		Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
1.	Sprawność wytwarzania η_{Hg}	0,95	0,95
2.	Sprawność przesyłania η_{Hd}	0,8	0,8
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania η_{He}	0,8	0,8
4.	Sprawność akumulacji η_{Hs}	1	1
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewania w okresie tygodnia W_t	1	1
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby W_d	1	1
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej η_{Wtot}		Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
1.	Sprawność wytwarzania η_{Wg}	0,91	0,91
2.	Sprawność przesyłania do 30 punktów η_{Wd}	0,6	0,6
3.	Sprawność akumulacji η_{Ws}	0,84	0,84
4.	Sprawność wykorzystania i regulacji η_{We}	0,77	0,93
5. Charakterystyka systemu wentylacji		Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna) i inna	grawitacyjna	grawitacyjna

1W pkt. 1-13 należy wypełnić w zakresie, w którym dotyczy danego budynku. W pkt. 14 należy wskazać inne elementy jeśli dotyczą budynku.

2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	Stolarka/kanaly wentylacyjne	Stolarka/kanaly wentylacyjne
3.	Strumień powietrza zewnętrznego m ³ /h	3985,7	3985,7
4.	Krotność wymian powietrza - n 1/h	0,83	0,83
6. Charakterystyka energetyczna budynku		Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
1.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) GJ/rok	-	-
2.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) GJ/rok	-	-
3.	Obliczeniowa moc cieplna systemu ogrzewania kW	369,45	123,78
4.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowanie ciepłej wody użytkowej kW	-	-
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu Q _{Hnd} GJ/rok	2881,85	845,94
6.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu GJ/rok	4739,88	1391,35
7.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej GJ/rok	59,82	47,84
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku - bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu kWh/(m ² h)	514,11	150,91
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu kWh/(m ² h)	845,57	248,21
10.	Udział odnawialnych źródeł energii %	0	0
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzenia audytu)		Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
1.	Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem ciepła do ogrzewania budynku zł/GJ	38,35	38,35
2.	Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem zamówionej mocy cieplnej zł/MW m-c	0	0
3.	Miesięczna opłata abonamentowa zł/m-c	148,83	148,83
4.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej zł/m ² m-c	9,73	9,73
5.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej - opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem energii zł/m ³	-	-
6.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc -stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem zł/MW m-c	-	-
7.	Inne opłaty	-	-
8. Wskaźniki efektywności - po przeprowadzonej modernizacji – podsumowanie wyników			Zmiana %
1.	Planowane koszty całkowite optymalnego wariantu zł	-	577500,74
2.	Udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu energii końcowej %	0	0
3.	Ilość zaoszczędzonej energii cieplnej GJ/rok	2047,89	69,61
4.	kWh/rok	568859	69,61
5.	Ilość zaoszczędzonej energii elektrycznej GJ/rok	0,46	58,33
6.	MWh/rok	127,75	58,33
7.	Zmniejszenie rocznego zużycia energii pierwotnej w budynku GJ/rok	3348,5	70,65
8.	kWh/rok	930140	70,65
9.	Zmniejszenie rocznego zużycia energii końcowej GJ/rok	2048,35	69,61
10.	kWh/rok	568986,75	69,61
11.	Zmniejszenie rocznej emisji gazów cieplarnianych ton CO ₂ /rok	114,91	69,61
12.	Redukcja emisji pyłów PM10 kgPM10/rok	1,024	69,61
13.	Redukcja emisji pyłów PM2,5 kgPM2.5/rok	1,024	69,61

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

3.1 Rozporządzenia i Normy techniczne

1. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, Dz.U.2015.1422 j.t.
2. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 10.08.2012 w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzory karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii, Dz.U.2012.962.
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27.02.2015 w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej, Dz.U.2015.376.
4. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17.03.2009 w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. Dz.U.2009.43.346 zmienione rozporządzeniem Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 03.09.2015 Dz.U.2015.1606.
5. KOBIZE - Wartości opałowe i wskaźniki emisji CO₂ do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do emisji.
6. PN-EN ISO 6946:2008 Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń.
7. PN-EN 13831:2006 Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego.
8. PN EN ISO 13370:2008 Ciepłne właściwości użytkowe budynków. Przenoszenie ciepła przez grunt. Metody obliczania.
9. PN-EN ISO 13789:2008 Ciepłne właściwości użytkowe budynków. Współczynniki wymiany ciepła przez przenikanie i wentylację. Metoda obliczania.
10. PN-EN ISO 10077:2007 Ciepłne właściwości użytkowe okien, drzwi, żaluzji. Obliczanie współczynnika przenikania ciepła. (Cz.1, Cz.2).
11. PN-EN ISO 14683:2008 Mostki cieplne w budynkach. Liniowy współczynnik przenikania ciepła. Metody uproszczone i wartości orientacyjne.
12. PN-EN 12464-1:2012 Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy. Cz.1.
13. PN-92/B-01706 Instalacje wodociągowe. Wymagania w projektowaniu.
14. PN-EN ISO 13790:2008 Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia.

3.2 Dokumentacje projektowe i inne dokumenty oraz inne źródła

Dokumentacja architektoniczna

3.3 Osoby udzielające informacji

Katarzyna Włodarczyk – pracownik Urzędu Gminy w Rzeszawie

3.4 Data wizyty wstępnej, daty wizji lokalnych obiektu: sierpień 2015

3.5 Wytyczne, sugestie i uwagi zlecniodawcy (inwestora)

4. INWENTARYZACJA TECHNICZNO - BUDOWLANA BUDYNKU

4.1 Dane ogólne budynku					
1.	Przeznaczenie budynku	Budynek szkolny	10.	Liczba użytkowników: 1) pracownicy 2) pacjenci / odwiedzający	174
2.	Technologia budynku	Tradycyjna murowana	11.	Rok budowy	1996
3.	Liczba kondygnacji	3	12.	Liczba klatek schodowych	2
4.	Budynek: - szeregowy - wolnostojący	wolnostojący	13.	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym	0
5.	Budynek podpiwniczony	nie	14.	Powierzchnia pomieszczeń chłodzonych	0
6.	Wysokość kondygnacji netto	3,05/ 3,1 / 3,25 / 3,28 / 3,22 / 3,43 / 3,41 / 3,76	15.	Liczba mieszkań / lokali	0
7.	Kubatura budynku	6000 m ³	16.		
8.	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych	1557,1 m ²	17.		
9.	Kubatura pomieszczeń ogrzewanych	4811,5 m ³	18.		

4.2 Opis techniczny podstawowych elementów konstrukcyjnych budynku

Budynek niepodpiwniczony, 3-kondygnacyjny, z nieogrzewanym poddaszem kryty dachem dwuspadowym, budynek jednobryłowy, ogrzewany z kotłowni gazowej.

4.3 Zestawienie danych dotyczących istniejących przegród budowlanych

Opis przegrody	Położenie	Przegrody		Okna i drzwi balkonowe		Drzwi	
		Powierzchnia netto m ²	Współczynnik przenikania ciepła - U _k	Powierzchnia m ²	Współczynnik przenikania ciepła - U _{ok}	Powierzchnia m ²	Współczynnik przenikania
DRZW_WEJ_G – drzwi wejściowe główne	-	-	-	-	-	23,44	5
DRZW_WE_KO – drzwi wejściowe kotłownia	-	-	-	-	-	2	5
OKNO – okno zewnętrzne	-	-	-	221,52	2,6	-	-
P_GRUNT – podłoga przy gruncie	-	100	1,16	-	-	-	-
STR_WEW – strop wewnętrzny międzykondygnacyjny	-	1360,24	1,94	-	-	-	-
STROP_NOK – strop pod nieogrzewanym poddaszem	-	680,12	0,65	-	-	-	-
SC_WEW – ściana wewnętrzna	-	4000	1,72	-	-	-	-
SC_ZEW – ściana zewnętrzna	-	1526,26	1,17	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-

-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-

5. CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA ISTNIEJĄCEGO BUDYNKU

Lp.	Rodzaj danych	jedn.	Dane
1.	Zamówiona moc cieplna na potrzeby C.O.	kW	0
2.	Zamówiona moc cieplna na potrzeby C.W.U. (q_{CWU})	kW	-
3.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na C.O.	kW	369,45
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na C.W.U.	kW	12
5.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na potrzeby wentylacji	kW	-
6.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	GJ	2881,85
7.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	GJ	4739,88
8.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego	GJ/rok	-
9.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące do weryfikacji przyjętych danych do obliczeń bilansu ciepła)	GJ/rok	230,96

5.1 Charakterystyka techniczna instalacji ogrzewania - stan istniejący

Lp.	Rodzaj danych	Dane
1.	Typ instalacji	wodna z grzejnikami żeliwnymi pompowa
2.	Parametry pracy instalacji	60/40
3.	Przewody w instalacji	stalowe
4.	Stan izolacji przewodów	dobry
5.	Rodzaj grzejników	żeliwne
6.	Oślonienie grzejników	brak
7.	Zawory termostatyczne	brak
8.	Zawory podpionowe	Zawory podpionowe ASV
9.	Odpowietrzenie instalacji	tak
10.	Naczynie wzbiórcze	ciśnieniowe
11.	Zabezpieczenie instalacji	zamknięte naczynie wzbiórcze, zawór bezpieczeństwa
12.	Ogrzewanie liczba dni w tygodniu. / liczba godzin na dobę	7/24
13.	Modernizacja instalacji (po roku 1984)	1996
14.	-	-
15.	-	-
Wartości współczynników sprawności systemu ogrzewania		
16.	Średnia sezonowa sprawność wytwarzania ciepła	η_{Hg} 0,91
17.	Średnia sezonowa sprawność przesyłu ciepła	η_{Hd} 0,5
18.	Średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania	η_{He} 0,9

19.	Średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepła	η_{Hs}	0,84
20.	Średnia sezonowa sprawność całkowita systemu	η_{Htot}	0,344
21.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	w_t	-
22.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	w_d	-

5.2 Charakterystyka techniczna instalacji ciepłej wody użytkowej - stan istniejący

Lp.	Rodzaj danych	Dane
1.	Rodzaj instalacji ciepłej wody	Z rur pcv cyrkulacyjna
2.	Parametry pracy instalacji	45/35
3.	Przewody instalacji i ich izolacja	Z rur pcv izolowanych
4.	Cyrkulacja, ograniczenia cyrkulacji	Cyrkulacja pompowa
5.	Zasobnik ciepłej wody (rok, pojemność)	2010 / 350 dm ³
6.	Opomiarowanie instalacji ciepłej wody (wodomierze)	brak

5.3 Charakterystyka techniczna węzła cieplnego / kotłowni w budynku - stan istniejący

Kocioł gazowy Dietrich typ C-210 Eco - r.prod. 2010		zakres mocy od 20-214 kW
--	--	--------------------------

5.4 Charakterystyka techniczna systemu wentylacji - stan istniejący

Lp.	Rodzaj danych	Dane
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	3985,7
-	-	-

5.5 Charakterystyka techniczna instalacji oświetlenia – stan istniejący

1.	Cena energii elektrycznej	zł/kWh	-
2.	Rodzaj oświetlenia	--	-
3.	Powierzchnia pomieszczeń wyposażonych w system wbudowanej instalacji oświetlenia	m ²	-
4.	Średnia moc jednostkowa oświetlenia dla budynku Pn	W/m ²	-

Nie dotyczy

-

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

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1.	Przegrody zewnętrzne (ściany, stropodach, dach, ściana piwnicy, podłoga piwnicy, strop nad piwnicą i nad przejazdami) - ściana zewnętrzna SC_ZEW, - strop na ostatnia kondygnacją STROP_NOK, - podłoga na gruncie – P_GRUNT.	- ściana zewnętrzna zbudowana pustaków żużlobetonowych o grubości 0,46 m, tynki zewnętrzne i wewnętrzne, tynki zewnętrzne miejscami odparzone, ściany wykazują liczne mostki cieplne, niska izolacyjność termiczna. Należy ocieplić przegrodę i dostosować do wymogów jakie musi spełniać od 1 stycznia 2019 r. Wymagane U maksymalnie do 0,2 [W/m²K], - strop żelbetowy, w obecnym stanie docieplony warstwą wełny mineralnej o grubości 6 cm. Strop wymaga docieplenia aby dostosować go do wymogów jakie musi spełniać od 1 stycznia 2019 r. Wymagane U maksymalnie do 0,15 [W/m²K], - podłogi drewniane na wylewkach betonowych, ze względów ekonomicznych i konieczności dość dużych nakładów finansowych, wyburzeń wewnątrz pomieszczeń inwestor nie przewiduje termomodernizacji tej przegrody. Przegroda ta w niewielkim stopniu wpływa na sumaryczne straty ciepła 0,66 kW. Termomodernizacja jest nieopłacalna.
2.	Okna OKNO	Drewniana stolarka mocno wyeksploatowana z szybami zespolonymi o współczynniku przenikania na poziomie 2,6 [W/m ² K], wykazuje nieszczelności. Wymagana wymiana na okna energooszczędne o współczynniku U nie większym niż 0,9 [W/m ² K]
3.	Drzwi DRZW_WEJ_G DRZW_WE_KO	Drzwi wejściowe do szkolnego budynku w słabym stanie technicznym, nieszczelne. Pożądana wymiana na drzwi o współczynniku przenikania nie większym niż 1,3 [W/m ² K]
4.	System grzewczy	Modernizacja instalacji co – montaż sterowania pogodowego, montaż 91 sztuk zaworów termostatycznych o działaniu proporcjonalno-całkującym PI z funkcją adaptacyjną i optymalizacyjną, montaż ciepłomierza oraz płukanie i równoważenie hydrauliczne instalacji

5.	Instalacja c.w.u.	Modernizacja cwu – montaż 18 sztuk baterii umywalkowych wyposażonych w perlatory, montaż urządzeń ograniczających czas cyrkulacji wody, montaż opomiarowania (wodomierzy).
6.	Wentylacja	Nie dotyczy
7.	Oświetlenie	Nie dotyczy

7. OKREŚLENIE OPTIMALNEGO WARIANTU MODERNIZACYJNEGO

7.1 Określenie optymalnego wariantu modernizacyjnego

W tym rozdziale w kolejnych tabelach dokonano:

- oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne,
- oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień polegających na wymianie okien i drzwi oraz zmniejszenie zapotrzebowania na ciepło na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego,
- oceny opłacalności i wyboru optymalnego przedsięwzięcia usprawnień prowadzących do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło do przygotowania ciepłej wody użytkowej.

Do obliczeń przyjęto następujące dane:

		Symbol	Jednostki	przed modernizacją	po modernizacji
1.	Obliczeniowa temperatura zewnętrzna	t_{zo}	$^{\circ}\text{C}$	-20	-20
2.	Temperatura wewnętrzna lokale użytkowe	t_w	$^{\circ}\text{C}$	+20/+25	+20/+25
3.	Temperatura wewnętrzna klatka schodowa	t_{kl}	$^{\circ}\text{C}$	+16	+16
4.	Temperatura wewnętrzna piwnice	t_{piw}	$^{\circ}\text{C}$	-	-
5.	Stopniodni ogrzewania przegrody zewnętrzne	SD	dzień K/rok	3437,63	3437,63
6.	Stopniodni ogrzewania klatka schodowa	SD _{kl}	dzień K/rok	3437,63	3437,43
7.	Stopniodni ogrzewania piwnica	SD _{piw}	dzień K/rok	-	-
8.	Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem ciepła do ogrzewania	O _{oz} O _{1z}	zł/GJ	38,35	38,35
9.	Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem zamówionej mocy cieplnej	O _{om} O _{1m}	zł/MW m-c	-	-
10.	Miesięczna opłata abonamentowa	A _{bo} , A _{b1}	zł/m-c	148,83	148,83
11.	Udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu na ciepło przed i po modernizacji	x ₀ , x ₁	-	0	0
12.	Udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu na moc cieplną przed i po modernizacji	y ₀ , y ₁	-	0	0

7.1.1 Jednostkowe opłaty za moc zamówiona i zużyte ciepło^{*)}

przed modernizacją		Cena netto	Cena brutto
Opłata za wytworzenie ciepła	zł/GJ	31,18	38,35
Opłata za dystrybucję i przesył ciepła	zł/GJ	0	0
Razem opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	31,18	38,35
Opłata miesięczna za zamówioną moc cieplną	zł/(MW m-c)	0	0
Opłata miesięczna za zamówioną moc cieplną - przesył	zł/(MW m-c)	0	0
Abonament	zł/m-c	121,00	148,83
Razem opłata miesięczna za zamówioną moc cieplną	zł/(MW m-c)	121,00	148,83
po modernizacji		Cena netto	Cena brutto
Opłata za wytworzenie ciepła	zł/GJ	31,18	38,35
Opłata za dystrybucję i przesył ciepła	zł/GJ	0	0
Razem opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	31,18	38,35
Opłata miesięczna za zamówioną moc cieplną	zł/(MW m-c)	0	0
Opłata miesięczna za zamówioną moc cieplną - przesył	zł/(MW m-c)	0	0
Abonament	zł/m-c	121,00	148,83
Razem opłata miesięczna za zamówioną moc cieplną	zł/(MW m-c)	121,00	148,83

^{*)} jednostkowe opłaty przyjęto wg - obliczeniowo

7.1.2.2 Inne opłaty i taryfy (kalkulacja kosztów zmiennych i stałych – nie dotyczy).

7.2.1 Określenie optymalnego wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przegrody zewnętrzne budynku				Przegroda (symbol)	SC_ZEW
Dane do obliczeń				Ściana zewnętrzna	
1. powierzchnia przegrody do obliczania strat ciepła 2. powierzchnia przegrody do obliczania kosztów usprawnienia 3. liczba stopniodni ogrzewania 4. technologia ocieplenia i wybrany materiał izolacyjny: Powierzchnia do ocieplenia 1526,26 m ² , koszt 289225,20 zł docieplenie należy wykonać systemowym układem ociepleniowym wg Aprobaty Technicznej ITB AT-15-3520/2003 z zastosowaniem mocowanych mechanicznie płyt styropianowych o współczynniku $\lambda = 0,04$ [W/mK], wyprawy zbrojonej siatką z włókna szklanego, wykończenie wyprawą mineralną malowaną farbą silikonową lub tynk akrylowy kolor.				$A_{\text{strat}} = 1526,26$ m ² $A_{\text{koszt}} = 1526,26$ m ² $SD = 3437,63$ dzień K/rok	
Rozpatrywane warianty ocieplenia:					
wariant 1 - o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełniona wymagana maksymalna wartość współczynnika przenikania ciepła U_{cmax} zgodnie z wymaganiami warunków technicznych WT 2021 warianty 2 i następne - o grubości warstwy izolacji większej niż w wariantcie 1 ²					
Lp.		Jednostki	Stan istniejący	Warianty	
1.	Grubość dodatkowej warstwy izolacyjnej	d	-----	W1 WT2021	W2
2.	Współczynnik przenikania ciepła przed i po modernizacji U_c	W/(m ² K)	1,17	0,17	0,2
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przenikania ciepła $Q_{\text{ou}}, Q_{\text{iu}} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot SDA_{\text{strat}} \cdot U_c$	GJ/rok	1881,91	318,57	278,28
4.	Roczne zapotrzebowanie na moc na pokrycie strat przez przenikanie $q_{\text{ou}}, q_{\text{iu}} = 10^{-6} \cdot A_{\text{strat}} \cdot (t_{\text{in}} - t_{\text{e}}) \cdot U_c$	MW	0,246418	0,041691	0,03642
5.	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta O_{\text{iu}} = (Q_{\text{ou}} - Q_{\text{iu}}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{\text{ou}} - q_{\text{iu}}) \cdot O_m$	zł/rok	-----	59954,09	61499,21
6.	Cena jednostkowa usprawnienia C_{jed}	zł/m ²	-----	189,50	195,25
7.	Koszt realizacji usprawnienia $N_U = A_{\text{koszt}} \cdot C_{\text{jed}}$	zł	-----	279966,1	288749,23
8.	Prosty czas zwrotu $SPBT = N_U / \Delta O_{\text{iu}}$	lat	-----	4,67	4,7

2Grubość warstwy izolacji w oparciu o dostępne materiały na rynku

Podstawa przyjętych wartości N_u		
Wybrany wariant: W1	Koszt wariantu ³ : 279966,10 zł	SPBT = 4,67 lat

7.2.2 Określenie optymalnego wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przegrody zewnętrzne budynku	Przegroda (symbol) - nie dotyczy
	Stropodach – nie dotyczy

Dane do obliczeń

1. powierzchnia przegrody do obliczania strat ciepła
2. powierzchnia przegrody do obliczania kosztów usprawnienia
3. liczba stopniodni ogrzewania
4. technologia ocieplenia i wybrany materiał izolacyjny: **nie dotyczy**

$$A_{\text{strat}} = 0 \quad \text{m}^2$$

$$A_{\text{koszt}} = 0 \quad \text{m}^2$$

$$SD = - \quad \text{dzień K/rok}$$

Rozpatrywane warianty ocieplenia:

wariant 1 - o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełniona wymagana maksymalna wartość współczynnika przenikania ciepła U_{cmax} zgodnie z wymaganiami warunków technicznych WT 2021

warianty 2 i następne - o grubości warstwy izolacji większej niż w wariancie 1⁴

Lp.	Jednostki	Stan istniejący	W1 WT2021	Warianty	
				W2, ..., Wn	
1.	Grubość dodatkowej warstwy izolacyjnej	d	m	-	-
2.	Współczynnik przenikania ciepła przed i po modernizacji U_o	$W/(m^2K)$	-	-	-
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przenikania ciepła $Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-6} SD A_{\text{strat}} U_o$	GJ/rok	-	-	-
4.	Roczne zapotrzebowanie na moc na pokrycie strat przez przenikanie $q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} A_{\text{strat}} (t_{w0} - t_{z0}) U_o$	MW	-	-	-
5.	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta O_u = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/rok	-	-	-
6.	Cena jednostkowa usprawnienia C_{jed}	zł/m ²	-	-	-
7.	Koszt realizacji usprawnienia $N_u = A_{\text{koszt}} \cdot C_{jed}$	zł	-	-	-

³Nakłady inwestycyjne wariantu.

⁴Grubość warstwy izolacji w oparciu o dostępne materiały na rynku

8.	Prosty czas zwrotu	$SPBT = N_U / \Delta O_{Uu}$	lat	-----	-
Podstawa przyjętych wartości N_U					
Wybrany wariant: nie dotyczy					Koszt wariantu ⁵ : nie dotyczy
					SPBT = - lat

7.2.3 Określenie optymalnego wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przegrody zewnętrzne budynku				Przegroda (symbol) nie dotyczy	
Dane do obliczeń				Dach nie dotyczy	
1. powierzchnia przegrody do obliczania strat ciepła 2. powierzchnia przegrody do obliczania kosztów usprawnienia 3. liczba stopniodni ogrzewania 4. technologia ocieplenia i wybrany materiał izolacyjny: nie dotyczy				$A_{strat} = 0 \text{ m}^2$ $A_{koszt} = 0 \text{ m}^2$ $SD = - \text{dzień K/rok}$	
Rozpatrywane warianty ocieplenia:					
wariant 1 - o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełniona wymagana maksymalna wartość współczynnika przenikania ciepła U_{cmax} zgodnie z wymaganiami warunków technicznych WT 2021 warianty 2 i następne - o grubości warstwy izolacji większej niż w wariantcie 1 ⁶					
Lp.	Jednostki	Stany istniejące	W1 WT2021	Warianty W2, ..., Wn	
1.	Grubość dodatkowej warstwy izolacyjnej	d	m	-	-
2.	Współczynnik przenikania ciepła przed i po modernizacji	U_c	$W/(m^2K)$	-	-
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przenikania ciepła $Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} SDA_{strat} U_c$	U_c	GJ/rok	-	-
4.	Roczne zapotrzebowanie na moc na pokrycie strat przez przenikanie $q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} A_{strat} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) U_c$	U_c	MW	-	-
5.	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta O_{Uu} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	U_c	zł/rok	-	-
6.	Cena jednostkowa usprawnienia C_{jed}	C_{jed}	zł/m ²	-	-
7.	Koszt realizacji usprawnienia $N_U = A_{koszt} \cdot C_{jed}$	N_U	zł	-	-

5 Nakłady inwestycyjne wariantu.

6 Grubość warstwy izolacji w oparciu o dostępne materiały na rynku

8.	Prosty czas zwrotu	$SPBT = N_u / \Delta O_{1u}$	lat	-----	-
Podstawa przyjętych wartości N_u					
Wybrany wariant: nie dotyczy			Koszt wariantu⁷: nie dotyczy		
			SPBT = - lat		

7.2.4 Określenie optymalnego wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przegrody budynku		Przegroda (symbol) nie dotyczy
Dane do obliczeń		Strop nad piwnicą nie dotyczy
1. powierzchnia przegrody do obliczania strat ciepła		$A_{strat} = 0 \text{ m}^2$
2. powierzchnia przegrody do obliczania kosztów usprawnienia		$A_{koszt} = 0 \text{ m}^2$
3. liczba stopniodni ogrzewania		
4. technologia ocieplenia i wybrany materiał izolacyjny: nie dotyczy		$SD_{piw} = - \text{dzień K/rok}$
<u>Rozpatrywane warianty ocieplenia:</u>		
wariant 1 - o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełniona wymagana maksymalna wartość współczynnika przenikania ciepła U_{cmax} zgodnie z wymaganiami warunków technicznych WT 2021		
warianty 2 i następne - o grubości warstwy izolacji większej niż w wariantcie 1 ⁸		

Lp.	Jednostki	Stan istniejący	W1 WT2021	Warianty	
				W2, ..., Wn	
1.	d	-----	-	-	
2.	W/(m²K)	-	-	-	
3.	GJ/rok	-	-	-	
4.	MW	-	-	-	
5.	zł/rok	-----	-	-	
6.	zł/m²	-----	-	-	
7.	zł	-----	-	-	

7Nakłady inwestycyjne wariantu.

8Grubość warstwy izolacji w oparciu o dostępne materiały na rynku

8.	Prosty czas zwrotu	$SPBT = N_u / \Delta O_{iu}$	lat	-----	-
Podstawa przyjętych wartości N_u					
Wybrany wariant: nie dotyczy			Koszt wariantu⁹: nie dotyczy		
			SPBT = - lat		

7.2.5 Określenie optymalnego wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przegrody budynku			Przegroda (symbol)		STRO	NOK
Dane do obliczeń			Strop pod nieogrzewanym poddaszem			
1. powierzchnia przegrody do obliczania strat ciepła			$A_{strat} =$		680,12	m ²
2. powierzchnia przegrody do obliczania kosztów usprawnienia			$A_{koszt} =$		680,12	m ²
3. liczba stopniodni ogrzewania			$SD =$		3437,63	dzień K/rok
4. technologia ocieplenia i wybrany materiał izolacyjny:						
Rozpatrywane warianty ocieplenia:						
wariant 1 - o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełniona wymagana maksymalna wartość współczynnika przenikania ciepła U_{cmax} zgodnie z wymaganiami warunków technicznych WT 2021						
warianty 2 i następne - o grubości warstwy izolacji większej niż w wariantcie 1 ¹⁰						
Lp.		Jednostki	Stan istniejący	W1 WT2021	Warianty	
1.	Grubość dodatkowej warstwy izolacyjnej	d	-----	0,27	W2	
2.	Współczynnik przenikania ciepła przed i po modernizacji U_c	W/(m²K)	0,65	0,15	0,30	
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przenikania ciepła $Q_{ou}, Q_{iu} = 8,64 \cdot 10^{-5} SDA_{strat} U_c$	GJ/rok	371,39	89,72	0,14	
4.	Roczne zapotrzebowanie na moc na pokrycie strat przez przenikanie $q_{ou}, q_{iu} = 10^{-6} A_{strat} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) U_c$	MW	0,019363	0,004678	83,4	
5.	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta O_{iu} = (Q_{ou} - Q_{iu}) O_z + 12(q_{ou} - q_{iu}) O_m$	zł/rok	-----	10802,04	0,004348	
6.	Cena jednostkowa usprawnienia C_{jed}	zł/m²	-----	75,71	11044,42	
7.	Koszt realizacji usprawnienia $N_U = A_{koszt} \cdot C_{jed}$	zł	-----	51488,82	78,65	
					53488,82	

9 Nakłady inwestycyjne wariantu.

10 Grubość warstwy izolacji w oparciu o dostępne materiały na rynku

Regionalny Program Operacyjny Województwa Małopolskiego na lata 2014-2020

8.	Prosty czas zwrotu	SPBT = $N_{0i}/\Delta O_{0i}$	lat	-----	4,77	4,84
Podstawa przyjętych wartości N_{0i}						
Wybrany wariant: W1		Koszt wariantu¹¹: 51488,82 zł			SPBT = 4,77	lat

¹¹Nakłady inwestycyjne wariantu.

7.3 Obliczenie strumieni powietrza wentylacyjnego dla budynku**Dane do obliczeń:****- rodzaj wentylacji:** grawitacyjna, strumień powietrza wentylacyjnego 3985,7 m³/h

7.3.1 Określenie optymalnego wariantu polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacyjnego				Przedsięwzięcie			
				Wymiana okien			
Dane do obliczeń							
1. powierzchnia okien				$A_{ok} =$	221,52	m ²	
2. projektowy strumień powietrza wentylacyjnego				$V_{nom} =$	3985,7	m ³ /h	
3. liczba stopniodni ogrzewania				$SD =$	3437,63	dzień K/rok	
4. współczynnik przenikania ciepła okien - stan istniejący				$U_{ok} =$	2,6	W/(m ² K)	
Rozpatrywane warianty usprawnienia:							
Usprawnienie obejmuje wymianę okien istniejących na okna szczelne, o lepszych współczynnikach U, z wbudowanymi nawiewnikami							
wariant 1 - okna o współczynniku przenikania ciepła U_{ok} zgodnie z WT 2017							
warianty 2, 3 - okna o lepszych współczynnikach przenikania ciepła U_{ok}							
			Jednostki	Stan istniejący	Warianty		
					W1 WT 2017	W2	W3
1.	Współczynnik przenikania ciepła okien U		W/(m ² K)	2,6	0,9	0,8	-
2.	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji						
	C_r		---	1,2	1,2	1,2	-
	C_m		---	1-	1	1	-
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikania ciepła $Q_0 = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot SD \cdot A_{ok} \cdot U_{ok}$		GJ/rok	-	-	-	-
4.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat $Q_1 = 2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot SD$		GJ/rok	-	-	-	-
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło $Q_{0u} = Q_0 + Q_1$		GJ/rok	262,06	90,71	80,63	-
6.	Roczne zapotrzebowanie na moc $q_0 = 10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_{ok}$		MW	-	-	-	-
7.	Roczne zapotrzebowanie na moc $q_1 = 3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$		MW	-	-	-	-
8.	Roczne zapotrzebowanie na moc $q_{0u} = q_0 + q_1$		MW	0,033619	0,011637	0,010344	-
9.	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta O_{ru} = (Q_{0u} - Q_{1u}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0u} - q_{1u}) \cdot O_m$		zł/rok	-	6571,27	6957,84	-
10.	Koszt jednostkowy okien	C_{jed}	zł/m ²	-	892,68	964,10	-
11.	Koszt wymiany okien	N_{ok}	zł	-	197746,98	213566,74	-
12.	Koszt modernizacji wentylacji	N_{went}	zł	-	-	-	-
13.	Koszt całkowity	$N_U = N_{went} + N_{ok}$	zł	-	197746,98	213566,74	-
14.	Prosty czas zwrotu	$SPBT = (N_U) / \Delta O_{ru}$	lat	-	30,09	30,69	-

Podstawa przyjętych wartości N_u

Wybrany wariant: W1	Koszt wariantu ¹² : 197746,98 zł	SPBT = 30,09 lat
---------------------	---	------------------

7.4 Określenie optymalnego wariantu polegającego na wymianie drzwi oraz poprawie systemu wentylacyjnego

Przedsięwzięcie

Wymiana drzwi

Dane do obliczeń

- | | |
|--|--|
| 1. powierzchnia drzwi | $A_d = 25,44 \text{ m}^2$ |
| 2. projektowy strumień powietrza wentylacyjnego | $V_{nom} = 317,40 \text{ m}^3/\text{h}$ |
| 3. liczba stopniodni ogrzewania | $SD = 3437,63 \text{ dzień K/rok}$ |
| 4. współczynnik przenikania ciepła drzwi - stan istniejący | $U_d = 5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ |

Rozpatrywane warianty usprawnienia:

- wymianę istniejących drzwi na drzwi szczelne, o lepszych współczynnikach U_d ,
 wariant 1 - drzwi o współczynniku przenikania ciepła U_{ok} zgodnie z WT 2021
 warianty 2, 3 - drzwi o innych współczynnikach przenikania ciepła U_d

		Jednostki	Stan istniejący	Warianty		
				W1 WT 2021	W2	W3
1.	Współczynnik przenikania ciepła drzwi U	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	5	1,3	1,2	-
2.	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	1,2	-	1,2	-
		C_m	1	-	1	-
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikania ciepła $Q_0 = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot SD \cdot A_d \cdot U_d$	GJ/rok	-	-	-	-
4.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat $Q_1 = 2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_m \cdot V_{nom} \cdot SD$	GJ/rok	-	-	-	-
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło $Q_{0u} = Q_0 + Q_1$	GJ/rok	37,16	9,66	8,92	-
6.	Roczne zapotrzebowanie na moc $q_0 = 10^{-6} \cdot A_d \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_d$	MW	-	-	-	-
7.	Roczne zapotrzebowanie na moc $q_1 = 3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	-	-	-	-
8.	Roczne zapotrzebowanie na moc $q_{0u} = q_0 + q_1$	MW	0,005787	0,001514	0,001389	-
9.	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta O_{ru} = (Q_{0u} - Q_{1u}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0u} - q_{1u}) \cdot O_m$	zł/rok	-	1054,63	1083	-
10.	Koszt jednostkowy drzwi C_{jed}	zł/m ²	-	1427,86	1499,25	-
11.	Koszt wymiany drzwi N_{ok}	zł	-	36324,79	38141	-
12.	Koszt modernizacji wentylacji N_{went}	zł	-	-	-	-
13.	Koszt całkowity $N_u = N_{went} + N_{ok}$	zł	-	36324,79	38141	-
14.	Prosty czas zwrotu $SPBT = (N_u) / \Delta O_{ru}$	lat	-	34,44	35,22	-

¹²Nakłady inwestycyjne wariantu.

Podstawa przyjętych wartości N_u

Wybrany wariant: W1	Koszt wariantu ¹³ : 36324,79 zł	SPBT = 34,44 lat
---------------------	--	------------------

7.5 Przedsięwzięcie modernizacyjne prowadzące do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło do przygotowania ciepłej wody użytkowej w budynku

Zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

System zaopatrzenia w c.w.u.		Jednostki	Stan istniejący		Stan po modernizacji	
1.	Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_w	dm ³ /m ² d	0,8		0,64	
2.	Powierzchnia o regulowanej temperaturze A_f	m ²	1557,1		1557,1	
3.	Obliczeniowa temperatura wody w zaworze θ_{CW}	°C	55		55	
4.	Temperatura wody przed podgrzaniem θ_0	°C	10		10	
5.	Współczynnik korekcyjny k_R		0,7		0,7	
6.	Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,rd}=V_w \cdot A_f \cdot c_w \cdot \rho_w \cdot (\theta_{cw}-\theta_0) \cdot k_R \cdot t_R / 3600$	kWh/rok	16630		13300	
7.	Źródła energii do przygotowania c.w.u.		Nieodnawialne	OZE	Nieodnawialne	OZE
8.	Udział odnawialnych źródeł energii	%	100	0	100	0
9.	Średnia roczna sprawność wytwarzania η_{wg}	---	0,91	-	0,91	-
10.	Średnia roczna sprawność przesyłu η_{wd}	---	0,6	-	0,6	-
11.	Średnia roczna sprawność akumulacji η_{ws}	---	0,84	-	0,84	-
12.	Średnia roczna sprawność wykorzystania η_{we}	---	0,77	-	0,93	-
13.	Średnia roczna sprawność całkowita η_{Wtot}	---	-	-	-	-
14.	Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego Q_{KW}	kWh/rok	16630	0	13300	0
15.		GJ/rok	59,82	-	47,84	-
16.	Sumaryczne roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego Q_{KW}	kWh/rok	16630		13300	
17.		GJ/rok	59,82		47,84	
Zapotrzebowanie na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej						
18.	Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{CW}	dm ³ /os d	-		-	
19.	Ilość użytkowników L	osób	-		-	

13Nakłady inwestycyjne wariantu.

Regionalny Program Operacyjny Województwa Małopolskiego na lata 2014-2020

20.	Czas użytkowania c.w.u. T	godz.	24	24
21.	Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\bar{s}r} = L \cdot V_{CW} / (18 \cdot 1000)$	m ³ /h	-	-
22.	Współczynnik godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 \cdot L^{-0,244}$	---	3	3
23.	Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody $Q_{CWjed} = c_w \cdot \rho_w \cdot (\theta_{CW} - \theta_0) / 10^6$	GJ/m ³	-	-
24.	Współczynnik akumulacyjności	---	0,84	0,84
25.	Współczynnik redukcji	---	-	-
26.	Maksymalna moc na potrzeby c.w.u. $q_{CW \max} = V_{h\bar{s}r} \cdot Q_{CWjed} \cdot N_h \cdot 10^6 / 3600$	kW	-	-
27.	Średnia moc na potrzeby c.w.u. $q_{CW \bar{s}r} = q_{CW \max} / N_h$	kW	-	-

7.5.1 Ocena przedsięwzięcia modernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło do przygotowania c.w.u. w budynku

Dane do obliczeń - stan istniejący

- | | | |
|--|---------------------|----------------|
| 1. Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego | $Q_{KW} =$ | - 59,83 GJ/rok |
| 2. Średnia moc na potrzeby c.w.u. | $q_{CW \bar{s}r} =$ | - 16,63 MW |

Rozpatrywane są następujące usprawnienia instalacji c.w.u.

1. Modernizacja cwu – montaż 18 sztuk baterii umywalkowych wyposażonych w perlatory, montaż urządzeń ograniczających czas cyrkulacji wody, montaż opomiarowania (wodomierzy)

Lp.		Jednostki	Stan istniejący	Stan po modernizacji WARIANT 1
1.	Średnia moc na potrzeby ciepłej wody użytkowej $q_{CW \bar{s}r}$	MW	0,012	0,01
2.	Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego Q_{KW}	GJ/rok	59,83	47,84
2.1	Opłata za 1 GJ	zł/GJ	38,35	38,35
3.	Roczna opłata zmienna za podgrzanie wody $O_{Oz} = Q_{KW} \cdot O_z$	zł/rok	0	0
4.	Roczna opłata stała za moc $O_{Om} = 12 \cdot q_{CW \bar{s}r} \cdot O_m$	zł/rok	-	-
5.	Roczny abonament A_b	zł/rok	0	0
6.	Roczny koszt przygotowania c.w.u. $O_{CW} = O_{Oz} + O_{Om}$	zł/rok	2294,48	1834,66
7.	Roczne oszczędności kosztów przygotowania c.w.u. ΔO_{rCW}	zł/rok	-----	536,47
8.	Koszt modernizacji instalacji c.w.u. N_{CW}	zł	-	4551,00
9.	Prosty czas zwrotu $SPBT = N_{CW} / \Delta O_{rCW}$	lat	-	8,48
10.	Udział odnawialnych źródeł energii	%	-	0

Podstawa przyjętych wartości N_{cw}

Modernizacja cwu – montaż 18 sztuk baterii umywalkowych wyposażonych w perlatory, montaż urządzeń ograniczających czas cyrkulacji wody, montaż opomiarowania (wodomierzy)

Koszt modernizacji $N_{cw}^{14} = 4551,00 \text{ zł}$

SPBT = 8,48 lat

7.6 Zestawienie optymalnych usprawnień modernizacyjnych zmierzających do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło w wyniku zmniejszenia strat przenikania przez przegrody budowlane, modernizacji systemu wentylacji, systemu przygotowania c.w.u., uszeregowane wg rosnącej wartości SPBT

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia modernizacyjnego	Planowane koszty robót zł	SPBT
1.	Modernizacja instalacji co	7423,05	0,32
2	Modernizacja przegrody ściana zewnętrzna SC_ZEW	279966,1	4,67
3	Modernizacja przegrody – strop pod nieogrzewanym poddaszem STROP_NOK	51488,82	4,77
4	Modernizacja cwu	4551,00 zł	8,48
5	Modernizacja przegrody – OKNO	197746,98	30,09
6	modernizacja przegrody – DRZW-WE_KO oraz DRZW_WEJ_G	36324,79	34,44
-	-	-	-

¹⁴Nakłady inwestycyjne wariantu.

8. WYBÓR OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA POPRAWIAJĄCEGO SPRAWNOŚĆ SYSTEMU OGRZEWANIA

Dane do obliczeń - stan istniejący – nie dotyczy

- | | | |
|---|-------------|----------------|
| 1. zapotrzebowanie mocy do ogrzewania budynku | $q_{Hco} =$ | 369,45 kW |
| 2. sezonowe zapotrzebowanie ciepła | $Q_{Hco} =$ | 4739,88 GJ/rok |

Instalacja c.o. - stan istniejący – nie dotyczy

- | | |
|---|--------------------------|
| 1. instalacja c.o.: instalacja z naczyniem wzbiórczym zamkniętym pompowa cyrkulacja | |
| stan techniczny: <u>dobry</u> | |
| 2. parametry pracy instalacji: 65/45/20 | |
| 3. węzeł cieplny / kotłownia: kotłownia | stan techniczny: b.dobry |
| 4. grzejniki: typ żeliwne ilość: 91 | stan techniczny: dobry |
| 5. zawory termostaticzne: typ brak | |
| 6. zawory podpionowe: typ ASV | |
| 7. automatyka z regulacją węzła: nie dotyczy | |
| 8. modernizacja instalacji: r. budowy 1996 | data: 1996 rok |

Przewiduje się następujące usprawnienia poprawiające sprawność systemu ogrzewania

Lp.	Opis usprawnienie	Ilość	Cena jednostkowa netto	Koszt netto
1.	Montaż sterownika pogodowego (czujnik zewnętrzny i wewnętrzny)	1	500	500
2.	Montaż zaworów termostaticznych	91	50	4550
3.	Montaż ciepłomierza w kotłowni	1	350	350
4.	Płukanie instalacji oraz wykonanie równowazenia hydraulicznego instalacji	1	635	635
5.	-	-	-	-
6.	-	-	-	-
7.	-	-	-	-
8.	-	-	-	-
9.	-	-	-	-
10.	--	-	-	-
11.	-	-	-	-
12.	-	-	-	-
13.	-	-	-	-

Zestawienie współczynników sprawności systemu ogrzewania związanych z modernizacją

Lp.		Współczynniki sprawności			
		Stan istniejący		Stan po modernizacji	
1.	Średnia sezonowa sprawność wytwarzania	η_{Hg}	0,95	η_{Hg}	0,95
2.	Średnia sezonowa sprawność przesyłu	η_{Hd}	0,8	η_{Hd}	0,9
3.	Średnia sezonowa sprawność akumulacji	η_{Hs}	0,8	η_{Hs}	0,8
4.	Średnia sezonowa sprawność regulacji	η_{He}	0,8	η_{He}	0,93
5.	Średnia sezonowa sprawność całkowita	η_{Htot}	0,486	η_{Htot}	0,636
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu tygodnia	W_t	1	W_t	1

7.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby - wprowadzenie podzielników	W_d	1	W_d	1
8.1 Ocena finansowa przedsięwzięcia modernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu ogrzewania					
Lp.		Jednostki	Stan istniejący	Stan po modernizacji WARIANT 1	
1.	Obliczeniowa moc cieplna instalacji c.o. q_{co}	MW	-	-	
2.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby instalacji c.o. w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	GJ/rok	845,94)*	845,94	
3.	Średnia sezonowa sprawność całkowita η_{Htot}	----	0,486	0,636	
4.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby instalacji c.o. z uwzględnieniem sprawności systemu i przerw w ogrzewaniu Q_{co}	GJ/rok	1740,62)*	1130,09	
4.1	Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem ciepła	zł/GJ	38,35	38,35	
5.	Roczna opłata zmienna za zużyte ciepło $O_{coz} = Q_{co} \cdot O_z$	zł/rok	-	-	
6.	Roczna opłata stała za moc $O_{com} = 12 \cdot q_{co} \cdot O_m$	zł/rok	-	-	
7.	Roczny abonament A_b	zł/rok	-	-	
8.	Roczny koszt ogrzewania w standardowym sezonie grzewczym $O_{co} = O_{coz} + O_{com}$	zł/rok	66752,78	43338,95	
9.	Roczne oszczędności kosztów ogrzewania ΔO_{rco}	zł/rok	-----	23413,83	
10.	Całkowity koszt usprawnień systemu ogrzewania N_{co}	zł	-	7423,00	
11.	Prosty czas zwrotu $SPBT = N_{co} / \Delta O_{rco}$	lat	-	0,32	
12.	-	-	-	-	

)* - wartości po uwzględnieniu zrealizowania termomodernizacji przegród

9. WSKAZANIE OPTYMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA MODERNIZACYJNEGO

Wybór optymalnego wariantu obejmuje:

- oszczędności energii i kosztów dla wariantów przedsięwzięć modernizacyjnych
- wskazanie optymalnego wariantu do realizacji

Określenie wariantów przedsięwzięć modernizacyjnych

	Przedsięwzięcie modernizacyjne	W1, ..., Wn							
		W1	W2	-	-	-	-	-	-
1.	Modernizacja przegrody ściana zewnętrzna SC_ZEW	X	-	--	--	--	--	--	--
2.	Modernizacja przegrody – strop pod nieogrzewanym poddaszem STROP_NOK	X	-	--	--	--	--	--	--
3.	Modernizacja przegrody – OKNO	X	-	--	--	--	--	--	--
4.	modernizacja przegrody – DRZW-WE_KO oraz DRZW_WEJ_G	X	-	--	--	--	--	--	--
5.	Modernizacja instalacji cwu	X	-	--	--	--	--	--	--
6.	modernizacja instalacji c.o.	X	-	--	--	--	--	--	--

10.1 Zapotrzebowanie energii końcowej i koszty dla różnych wariantów przedsięwzięć modernizacyjnych w budynku									
Wariant	Ogrzewanie			Ciepła woda użytkowa			Suma (c.o. + c.w.u.)		
	Energia końcowa		Koszty	Energia końcowa		Koszty	Energia końcowa		Koszty
	GJ/rok	kWh/rok	zł/rok	GJ/rok	kWh/rok	zł/rok	GJ/rok	kWh/rok	zł/rok
Stan przed modernizacją	2881,85	800513	110518,95	59,82	16630	2294,48	2941,67	817143	112813,43
W1	845,94	234984	32441,80	47,84	13300	1834,66	893,78	248284	34276,46
W2	789,23	219 338	30 281,93	-	-	-	789,23	219 338	30281,93
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Wn	-	-	-	-	-	-	-	-	-

10.2 ZESTAWIENIE WSZYSTKICH WARIANTÓW I WYBÓR OPTIMALNEGO POD WZGLĘDEM EFETYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ I EKONOMICZNEJ			
Wariant	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Oszczędność zapotrzebowania na energię*
	zł	zł/rok	%
W1	577 500,74	102 332,33	69,91
W2	605 919,84	80 661,12	73,17
W3	-	-	-
W4	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
Wn	-	-	-

* W wyborze wariantu optymalnego należy wziąć pod uwagę warunki dostępne wynikające z RPO, czyli oszczędność zapotrzebowania na energię uzyskana w projekcie musi wynosić, co najmniej 25%.

**) - uwzględnia zyski z tytułu termomodernizacji przegród, modernizacji instalacji c.o. oraz modernizacji instalacji cwu.

10.3 ZESTAWIENIE WSKAŹNIKÓW EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ I EKOLOGICZNE DLA MODERNIZACJI BUDYNKU (wskaźniki otrzymane w wyniku wyliczenia wartości dla stanu przed modernizacją budynku oraz dla wariantu optymalnego przyjętego do realizacji w ramach projektu =>wartości dla stanu przed modernizacją – wartości dla stanu po modernizacji)													
Wariant	Ilość zaoszczędzonej energii ciepłej (użytkowej)		Ilość zaoszczędzonej energii elektrycznej (użytkowej) ¹⁵		Zmniejszenie rocznego zużycia energii końcowej		Zmniejszenie rocznego zużycia energii pierwotnej		Roczny spadek emisji gazów cieplarnianych *	Redukcja emisji pyłów *			
										PM2,5		PM10	
	GJ/rok	kWh/rok	GJ/rok	kWh/rok	GJ/rok	kWh/rok	GJ/rok	kWh/rok		%	kg/rok	%	kg/rok
W 1 optymalny	2047,89	568859	0,46	127,75	2048,35	568986,75	3348,5	930140	114,91	69,61	1,024	69,61	1,024
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Wn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* zgodnie z metodologią przyjętą w załączniku 7 dla wyliczania wskaźnika redukcji emisji gazów cieplarnianych i pyłów

** wariant optymalny wybrany do realizacji w tabeli nr 10.2

11. OPIS OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA

Na podstawie przeprowadzonej analizy został wybrany jako optymalny wariant przedsięwzięcia modernizacyjnego dla ocenianego budynku.

Wariant ten obejmuje następujące usprawnienia modernizacyjne przewidziane do realizacji w budynku:

1. Usprawnienie nr 1

Docieplenie ścian zewnętrznych SC_ZEW. Powierzchnia do ocieplenia 1526,26 m², koszt 289225,20 zł docieplenie należy wykonać systemowym układem ociepleniowym wg Aprobaty Technicznej ITB AT-15-3520/2003 z zastosowaniem mocowanych mechanicznie płyt styropianowych o współczynniku $\lambda = 0,04$ [W/mK], wyprawy zbrojonej siatką z włókna szklanego, wykończenie wyprawą mineralną malowaną farbą silikatową lub tynkiem akrylowym kolor.

2. Usprawnienie Nr 2

Docieplenie stropu nad ostatnią kondygnacją STROP_NOK. Powierzchnia do ocieplenia 680,12 m², koszt 51488,82 zł docieplenie należy wykonać poprzez ułożeniem płyt wełny mineralnej luzem na strop poddasza a w miejscach niedostępnych poprzez wdmuchanie granulatu wełny wg Aprobaty Technicznej ITB AT-15-6189/2003.

3. Usprawnienie Nr 3

Wymiana okien na energooszczędne o współczynniku U nie większym niż 0,9 [W/m² K]. Powierzchnia łączna okien do wymiany – 221,52 m², koszt 197746,98; wymianie podlegają wszystkie okna w budynku szkoły

4. Usprawnienie Nr 4

Wymiana drzwi zewnętrznych na energooszczędne o współczynniku U nie większym niż 1,3 [W/m² K]. Powierzchnia łączna drzwi zewnętrznych do wymiany – 25,44 m², koszt 36324,79 wymianie podlegają wszystkie drzwi zewnętrzne w budynku szkoły

5. Usprawnienie Nr 5

Modernizacja cwu – montaż 18 sztuk baterii umywalkowych wyposażonych w perlatory, montaż urządzeń ograniczających czas cyrkulacji wody, montaż opomiarowania (wodomierzy).

6. Usprawnienie Nr 6

Modernizacja instalacji co – montaż sterowania pogodowego, montaż 91 sztuk zaworów termostatycznych o działaniu proporcjonalno-całkującym PI z funkcją adaptacyjną i optymalizacyjną, montaż ciepłomierza oraz płukanie i równoważenie hydrauliczne instalacji.

11.1 Dalsze działania inwestora

Dalsze działania inwestora obejmują:

1. nie dotyczy

12. ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ DLA BUDYNKU DLA WYBRANEGO WARIANTU OPTYMALNEGO			
		Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
1	2	3	4
Ogrzewanie + wentylacja	GJ/rok	2881,85	845,94
	kWh/rok	800513	234984
	Koszty zł	110518,95	32441,8
Ciepła woda użytkowa	GJ/rok	59,82	47,84
	kWh/rok	16630	13300
	Koszty zł	2294,48	1834,66
Energia elektryczna - chłodzenie	GJ/rok	Nie dotyczy	Nie dotyczy
	kWh/rok	Nie dotyczy	Nie dotyczy
	Koszty zł	Nie dotyczy	Nie dotyczy
Energia elektryczna –np.fotowoltaika*	GJ/rok	Nie dotyczy	Nie dotyczy
	kWh/rok	Nie dotyczy	Nie dotyczy
	Koszty zł	Nie dotyczy	Nie dotyczy
Energia elektryczna –oświetlenie*	GJ/rok	Nie dotyczy	Nie dotyczy
	kWh/rok	Nie dotyczy	Nie dotyczy
	Koszty zł	Nie dotyczy	Nie dotyczy
Energia elektryczna – pomocnicza	GJ/rok	0,79	0,33
	kWh/rok	219	91,25
	Koszty zł	131,4	54,75
Sumaryczne zapotrzebowanie energii końcowej dla budynku	GJ/rok	2942,46	894,11
	kWh/rok	817 362,00	248 375,25
	Koszty zł	112944,83	34331,21
Oszczędność energii końcowej	%	-----	69,61

* obliczane i uzupełniane wyłącznie dla obszarów objętych projektem. W przypadku nierealizowania zakresu w projekcie wpisać „nie dotyczy”.

** wartość ta oznacza poprawę efektywności energetycznej budynku planowaną do otrzymania w wyniku realizacji projektu – warunek dostępowy w ramach Poddziałania 4.3.2, kryterium *Specyficzne warunki wstępne* pkt. 2.

¹⁾ różnica wartości z tych pól będzie wyznaczała wartość wskaźnika rezultatu bezpośredniego pn. *Zmniejszenie zużycia energii końcowej w wyniku realizacji projektów* [GJ/rok]

13. ZESTAWIENIE WSKAŹNIKÓW EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ DLA BUDYNKU DLA WYBRANEGO WARIANTU OPTYMALNEGO				
	jednostka	Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji	Oszczędność energii / redukcja zanieczyszczeń
1	2	3	4	5**
Zapotrzebowanie na energię ciepłą(c.o.+went +c.w.u.)	GJ/rok	2941,67	893,78	2047,89
	kWh/rok	817143	248284	568859
Zapotrzebowanie na energię elektryczną ¹⁶	GJ/rok	0,79	0,33	0,46
	kWh/rok	219	91,25	127,75
roczne zużycie energii pierwotnej	GJ/rok	4739,8	1391,3	3348,5
	kWh/rok	1316612	386472	930140
Roczna emisja gazów cieplarnianych*	ton równoważnika CO ₂ /rok	165,07	50,16	114,91
	%	-	69,61	69,61
Roczna emisja pyłów PM10*	kg/rok	1,471	0,447	1,024
	%	-	69,61	69,61
Roczna emisja pyłów PM2,5*	kg/rok	1,471	0,447	1,024
	%	-	69,61	69,61

* zgodnie z obliczeniami przyjętymi w rozdziale 4 dla redukcji emisji gazów cieplarnianych i pyłów

** otrzymane wyniki powinny być zgodne z wartościami wypełnianymi w pkt. 2.8 Karta audytu energetycznego budynku

¹⁾ wartość, w tym polu będzie wyznaczała wartość wskaźnika rezultatu bezpośredniego pn. *Ilość zaoszczędzonej energii cieplnej* [GJ/rok]

²⁾ wartość, w tym polu będzie wyznaczała wartość wskaźnika rezultatu bezpośredniego pn. *Ilość zaoszczędzonej energii elektrycznej* [MWh/rok]

³⁾ wartość, w tym polu będzie wyznaczała wartość wskaźnika rezultatu bezpośredniego pn. *Zmniejszenie rocznego zużycia energii pierwotnej w budynkach publicznych* [kWh/rok]

⁴⁾ wartość, w tym polu będzie wyznaczała wartość wskaźnika rezultatu bezpośredniego pn. *Szacowany roczny spadek gazów cieplarnianych* [tony równoważnika CO₂/rok]

⁵⁾ wartość, w tym polu będzie istotna na etapie oceny merytorycznej projektów (kryterium *Wpływ projektu na redukcję emisji pyłów*)

tym polu będzie istotna na etapie oceny merytorycznej projektów (kryterium *Wpływ projektu na redukcję emisji pyłów*)

Załączniki do audytu

Zał. 1 Plan sytuacyjny budynku, rzuty budynku, zdjęcia elewacji.

Zał. 2 Współczynniki przenikania ciepła dla przegród budowlanych - wydruki z programu komputerowego (przed i po modernizacji). Obliczenia strumienia powietrza wentylacyjnego dla budynku. Zestawienie wyników obliczeń zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie dla poszczególnych wariantów modernizacyjnych. Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie dla stanu istniejącego i po modernizacji.

Zał. 3 Obliczenia efektu ekologicznego modernizacji budynku.

Zał. 4 Uproszczony kosztorys dla optymalnego wariantu modernizacji.

Zał. 5 Wykaz norm prawnych stosowanych do opracowania audytu

ZAŁ. 3 OBLICZANIE EFEKTU EKOLOGICZNEGO MODERNIZACJI BUDYNKU

Nośnik energii w budynku	Współczynniki nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej ¹	Wskaźnik emisji kgCO ₂ /GJ	Stan przed modernizacją		Stan po modernizacji		
			Zapotrzebowanie na energię końcową GJ/rok	Wielkość emisji MgCO ₂ /rok	Zapotrzebowanie na energię końcową GJ/rok	Wielkość emisji MgCO ₂ /rok	Redukcja emisji MgCO ₂ /rok
1	2	3	4	5=2x3x4 ⁴	6	7=2x3x6 ⁴	8=5-7
Gaz ziemny	nie dotyczy	56,1	2942,46	165,07	894,11	50,16	114,91

Wskaźnik rezultatuN

Szacowany roczny spadek emisji gazów cieplarnianych**Wskaźnik emisji CO₂ – 56,1 [kg CO₂/GJ]**

szacowany spadek emisji wyniesie więc: 56,1 [kg CO₂/GJ] x 2048,35[GJ/rok] x 0,001 [Mg/kg]
= 114,91 [Mg CO₂/ rok]

JednostkaMg CO₂/rok**Objaśnienie**

Efekt ekologiczny wraża się przez osiągnięcie redukcji ilości zanieczyszczeń wprowadzanych do powietrza w wyniku wdrożenia środków poprawy efektywności energetycznej, będących przedmiotem inwestycji.

W ramach realizacji Działania 4.3 (tzw. „głęboka termomodernizacja”) w zakresie redukcji gazów cieplarnianych należy obliczyć jedynie redukcję emisji CO₂, gdyż inne gazy cieplarniane z sektora komunalno-bytowego mają znikomy udział w emisji globalnej gazów cieplarnianych.

Określa się dwa rodzaje redukcji emisji CO₂: emisja uniknięta oraz zredukowana.

Emisja zredukowana występuje w przypadku realizacji przedsięwzięć polegających na ograniczeniu lub eliminacji zużycia energii chemicznej zawartej w paliwach kopalnych.

Emisja uniknięta to hipotetyczna redukcja w przypadku budowy nowego źródła energii o wyższej sprawności niż konwencjonalne źródło energii oparte na spalaniu węgla.

Metodologia

Przyjmuje się ogólną zasadę obliczenia redukcji emisji CO₂ w obszarach objętych audytem jako:

- różnicę całkowitej emisji CO₂** w budynku/budynkach przed przeprowadzeniem modernizacji i po jej przeprowadzeniu obliczaną z uwzględnieniem wyliczonego zapotrzebowania na energię końcową w każdym budynku, w podziale na stosowane nośniki energii oraz odpowiadające im wskaźniki emisji CO₂,
- wskaźniki emisji CO₂ wyznaczane zgodnie z metodologią przyjętą w *Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury i Rozwoju w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej z dnia 27 lutego 2015 r. (Dz.U. z 2015 r. poz. 376)* – załącznik nr 1, pkt. 6.1.2, (w tym zgodnie z opracowaniem aktualnym na dany rok, opublikowanym przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami <http://www.kobize.pl/pl/article/monitorowanie-raportowanie-weryfikacja-emisji/id/318/tabele-wo-i-we>),
- dla energii elektrycznej pobieranej z krajowego systemu elektroenergetycznego (KSE)

należy stosować wskaźnik emisji CO₂ wynoszący 0,832 Mg/MWh zgodnie z komunikatem KOBiZE (aktualny na dany rok): <http://www.kobize.pl/pl/article/2014/id/569/komunikat-dotyczacy-emisji-dwutlenku-wegla-przypadajacej-na-1-mwh-energii-elektrycznej>.

- d) w przypadku zużycia energii pochodzącej z zewnętrznego źródła ciepła (miejska sieć ciepłownicza itp. z wyłączeniem lokalnych kotłowni usytuowanych poza budynkiem/budynkami ogrzewanymi) należy zastosować współczynniki nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej zgodnie z tabelą nr 1 Załącznika nr 1 do *Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. (Dz.U. 2015 r. poz. 376)*. W przypadku, gdy operator ciepłowni/elektrociepłowni podaje informację o wskaźniku nieodnawialnej energii pierwotnej na ciepło należy załączyć odpowiedni dokument.

Nośnik energii w budynku	Współczynniki nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej ¹	Wskaźnik emisji g PM10/GJ g PM25/rok	Stan przed modernizacją		Stan po modernizacji		
			Zapotrzebowanie na energię końcową GJ/rok	Wielkość emisji kg PM10/rok kg PM25/rok	Zapotrzebowanie na energię końcową GJ/rok	Wielkość emisji kg PM10/rok kg PM25/rok	Redukcja emisji kg PM10/rok kg PM25/rok
1	2	3	4	5=2x3x4 ⁴	6	7=2x3x6 ⁴	8=5-7
Gaz ziemny	nie dotyczy	0,5	2942,46	1,471	894,11	0,447	1,024

Wskaźnik rezultatu

Redukcja emisji pyłów

Szacowany roczny spadek emisji PM10 oraz PM2,5 jest na tym samym poziomie i wynosi:

1,024 kg/rok

Nośnik energii w budynku	Współczynniki nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej ¹	Wskaźnik emisji kgCO ₂ /GJ	Stan przed modernizacją		Stan po modernizacji		
			Zapotrzebowanie na energię końcową GJ/rok	Wielkość emisji MgCO ₂ /rok	Zapotrzebowanie na energię końcową GJ/rok	Wielkość emisji MgCO ₂ /rok	Redukcja emisji MgCO ₂ /rok
1	2	3	4	5=2x3x4 ⁴	6	7=2x3x6 ⁴	8=5-7
Gaz ziemny	nie dotyczy	56,1	2942,46	165,07	894,11	50,16	114,91

¹ współczynniki nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej stosowane **wyłącznie**, gdy budynki zasilane z zewnętrznego źródła ciepła. Wartości przyjmowane zgodnie z tab. 1 zał. 1 *Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju* lub zgodnie z informacjami podawanymi przez operatora ciepłowni lub elektrociepłowni.

² zgodnie z *Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury i Rozwoju* w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej z dnia 27 lutego 2015 r. (rozdz. 6.1.2).

³ wartość otrzymana w wyniku przeprowadzenia audytu energetycznego wyliczona jako sumę rocznego zapotrzebowania na energię końcową dostarczaną do budynku na potrzeby: ogrzewania, przygotowania ciepłej wody użytkowej, wbudowanej instalacji oświetlenia, systemu chłodzenia oraz rocznego zapotrzebowania na energię pomocniczą końcową dostarczaną do budynku dla systemów technicznych.

⁴ w przypadku wskaźnika emisji CO₂ wyrażonego w jednostce kgCO₂ należy pamiętać, iż wielkość emisji CO₂ (kolumna 5 i 7) powinna być podzielona dodatkowo przez 1000, czyli działania w kolumnach 5 i 7 to: =2x3x6/1000

⁵ w przypadku budynku opalanego wyłącznie biomasą, wskaźnik emisji wynosi 0 MgCO₂/GJ (zgodnie z założeniami Wspólnego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji).

Wskaźnik rezultatu Redukcja emisji pyłów

Jednostka

kg/rok

Objaśnienie

Pyły – mieszanina substancji organicznych i nieorganicznych w postaci cząstek stałych i kropelek cieczy zawieszonych w powietrzu. Cząstki te mogą zawierać związki organiczne (np. wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne), siarkę, dioksyny, metale ciężkie oraz alergen (zarodniki grzybów, pyłki roślin).

Istotne dla zdrowia człowieka są dwie frakcje pyłów oznaczone PM_{2,5} oraz PM₁₀:

- Pył PM_{2,5} to frakcja o wielkości cząstek do 2,5 µm (mikrometra). Powstaje on w znacznej mierze w wyniku reakcji między substancjami w atmosferze. Jako zanieczyszczenie wtórne, powstaje w wyniku przemian dwutlenku azotu, dwutlenku siarki, amoniaku oraz lotnych związków organicznych. Pył PM_{2,5} składa się w głównej mierze z węgla organicznego, azotanów i siarczanów – składników wtórnych pyłu. Może zawierać w sobie także metale ciężkie, WWA (m.in. benzo(a)piren) i inne trwałe związki organiczne.
- Pył PM₁₀, to frakcja o wielkości cząstek do 10 µm. Zawiera zatem frakcję PM_{2,5}. Głównym źródłem emisji tych cząstek są indywidualne źródła spalania paliw stałych oraz pojazdy z silnikami wysokoprężnymi bez filtrów cząstek stałych.

Metodologia

Kotły grzewcze, w których zachodzi proces spalania emitują pył całkowity (TSP). Jest on najczęściej wyrażony w mg/m³ spalin przy zawartości 10% tlenu i mierzony w akredytowanym laboratorium. Likwidowane stare źródło grzewcze nie będzie posiadało takich obliczeń. Kotły na paliwa stałe zarówno z załadunkiem ręcznym, jak i automatyczne nie pracują w sposób ciągły w sezonie grzewczym. Dlatego też wyniki badań laboratoryjnych wyrażone w mg/m³ spalin nie mogą posłużyć do prostego obliczenia ilości zredukowanej emisji zanieczyszczeń do powietrza.

W tabelach 1-3 zestawiono wskaźniki, które należy zastosować w obliczeniach **redukcji pyłów PM₁₀ i PM_{2,5}** (dokument Europejskiej Agencji Środowiska (EEA) oparty na programie EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme) pod nazwą „EMEP/EEA air pollutant emission

inventory guidebook – 2013” – Part B, 1.A.4 Small combustion

<http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2013/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion/1-a-4-small-combustion>).

W wyniku przeprowadzenia audytu energetycznego otrzymujemy informację o zapotrzebowaniu na energię w postaci ciepła do pracy systemu ogrzewania oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej wyrażone w GJ energii w paliwie (przed i po realizacji projektu).

W ten sposób dobiera się moc grzewczą kotła oraz ilość paliwa potrzebnego do zasilenia kotła.

Obliczając emisje pyłów ze źródła ogrzewania należy pomnożyć odpowiedni wskaźnik emisji (w zależności od mocy kotła) przez wielkość rocznego zapotrzebowania na energię końcową do ogrzewania, cwu i wentylacji $Q_{H,nd}$ dla budynku przed i po modernizacji. Różnica wielkości emisji obliczonej przed modernizacją i po modernizacji określa wartość redukcji emisji pyłów, którą należy wyrazić w [kg PM10/rok] oraz [kg PM2,5/rok].

Tabela 1. Wskaźniki emisji dla źródeł poniżej 50 kW mocy cieplnej

Rodzaj zanieczyszczenia	Jednostka	Paliwo stałe (z wyłączeniem biomasy)		Kotły na gaz ziemny	Kotły na olej opałowy	Biomasa	
		Kotły starej generacji	Kotły automatyczne nowej generacji			Kotły starej generacji	Kotły automatyczne nowej generacji
Pył PM 10	g/GJ	225	78	0,5	3	480	34
Pył PM 2,5	g/GJ	201	70	0,5	3	470	33

Tabela 2. Wskaźniki emisji dla źródeł od 50 kW do 1 MW mocy cieplnej

Rodzaj zanieczyszczenia	Jednostka	Paliwo stałe (z wyłączeniem biomasy)		Kotły na gaz ziemny	Kotły na olej opałowy	Biomasa	
		Kotły starej generacji	Kotły automatyczne nowej generacji			Kotły starej generacji	Kotły automatyczne nowej generacji
Pył PM 10,	g/GJ	190	78	0,5	3	76	34
Pył PM 2,5	g/GJ	170	70	0,5	3	76	33

Tabela 3. Wskaźniki emisji dla źródeł od 1 MW do 50 MW mocy cieplnej

Rodzaj zanieczyszczenia	Jednostka	Paliwo stałe (z wyłączeniem biomasy)	Gaz ziemny	Olej opałowy	Biomasa
Pył PM 10	g/GJ	76	0,5	3	76
Pył PM 2,5	g/GJ	72	0,5	3	76

W przypadku likwidacji indywidualnych źródeł grzewczych i **podłączania obiektu do sieci ciepłowniczej** zasilanej źródłem powyżej 50 MW_t efekt redukcji pyłu PM 10 i PM 2,5 należy określić jako 100 % dotychczasowej emisji.

ZAŁ. 5 Wykaz norm prawnych stosowanych do opracowania audytu

1. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, Dz.U.2015.1422 j.t.
2. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 10.08.2012 w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzory karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii, Dz.U.2012.962.
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27.02.2015 w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej, Dz.U.2015.376.
4. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17.03.2009 w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. Dz.U.2009.43.346 zmienione rozporządzeniem Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 03.09.2015 Dz.U.2015.1606.
5. KOBIZE - Wartości opałowe i wskaźniki emisji CO₂ do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do emisji.
6. PN-EN ISO 6946:2008 Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń.
7. PN-EN 13831:2006 Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego.
8. PN EN ISO 13370:2008 Ciepłne właściwości użytkowe budynków. Przenoszenie ciepła przez grunt. Metody obliczania.
9. PN-EN ISO 13789:2008 Ciepłne właściwości użytkowe budynków. Współczynniki wymiany ciepła przez przenikanie i wentylację. Metoda obliczania.
10. PN-EN ISO 10077:2007 Ciepłne właściwości użytkowe okien, drzwi, żaluzji. Obliczanie współczynnika przenikania ciepła. (Cz.1, Cz.2).
11. PN-EN ISO 14683:2008 Mostki cieplne w budynkach. Liniowy współczynnik przenikania ciepła. Metody uproszczone i wartości orientacyjne.
12. PN-EN 12464-1:2012 Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy. Cz.1.
13. PN-92/B-01706 Instalacje wodociągowe. Wymagania w projektowaniu.
14. PN-EN ISO 13790:2008 Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia.