

AUDYT ENERGETYCZNY

„ex-ante”

Szkoły Podstawowej w Mikorzynie

Mikorzyn 7
63-600 Kępno

Inwestor:	Gmina Kępno Ul. Ratuszowa 1 63-600 Kępno
Wykonawca: Firma tytuł, imię i nazwisko adres tel.	DASTORE Sp. z o. o. Ul. Kościuszki 13A 600 078 580
Audytor: Firma tytuł, imię i nazwisko adres tel.	mgr inż. Marcin Domagała Ul. Kościuszki 13A 600 078 580

1. Strona tytułowa audytu energetycznego

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	<i>Użyteczności publicznej</i>	1.2 Rok budowy	2000
1.3 INWESTOR (nazwa lub imię i nazwisko, PESEL*) (* w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości)	Gmina Kępno	1.4 Adres budynku	
	ul. Kościuszki 5 63-600 Kępno	dz.nr. 26/2,27/2 Mikorzyn WIELKOPOLSKIE	
2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:			
DASTORE Sp. z o.o. ul. Kościuszki 13A 63-400 Ostrów Wielkopolski			
3. Imię, Nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:			
mgr inż. Marcin Domagała ul. Kościuszki 13A, 63-400 Ostrów Wlkp. PESEL 82082200891; Tel. 600 078 580		mgr inż. Marcin Domagała Audyt Energetyczny Członek ZAE nr 346 Nr dop. MI/ŚE/644/2009; Nr W7/97/2010 TEL: 600 078 580 WWW.DASTORE.PL	
Audyt energetyczny – ukończone studia Certyfikacja i Audyt Energetyczny Budynków na Politechnice Wrocławskiej nr dyplomu: W7/97/2010		podpis	
Uprawnienia do sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej nr MI/ŚE/644/2009, Wpis nr 346 na liście prowadzonej przez ZAE			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	
1	---	---	
5. Miejscowość: Ostrów Wlkp.		Data wykonania opracowania	czerwiec 2018
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. Załączniki			

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	2	2
2.1.3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	8918,96	8918,96
2.1.4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	2383,89	2383,89
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]	2365,91	2365,91
2.1.7.	Liczba lokali mieszkalnych	0,00	0,00
2.1.8.	Liczba osób użytkujących budynek	370,00	370,00
2.1.9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	Centralne	Centralne
2.1.10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Centralne	Centralne
2.1.11.	Współczynnik A/V [1/m]	0,45	0,45
2.1.12.	Inne dane charakteryzujące budynek
2.2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane W/(m ² •K)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.2.1.	Ściany zewnętrzne	0,32	0,14
2.2.2.	Dach/stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	0,30; 0,28; 0,25	0,15; 0,15; 0,15
2.2.3.	Strop nad piwnicą	---	---
2.2.4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	2,02; 2,20	2,02; 2,20
2.2.5.	Okna, drzwi balkonowe	2,00	0,90
2.2.6.	Drzwi zewnętrzne/bramy	2,60	1,30
2.2.7.	Ściany wewnętrzne	1,64; 1,02; 0,31	1,64; 1,02; 0,31
2.3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.3.1.	Sprawność wytwarzania	0,940	0,950
2.3.2.	Sprawność przesyłu	0,900	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	1,000	1,000
2.3.6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,000	0,950
2.4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.4.1.	Sprawność wytwarzania	0,880	2,600
2.4.2.	Sprawność przesyłu	0,500	0,700
2.4.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,000	1,000
2.4.4.	Sprawność akumulacji	0,650	0,850

2.5. Charakterystyka systemu wentylacji		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.5.1.1.	Rodzaj wentylacji	Wentylacja mechaniczna wywiewna	Wentylacja z odzyskiem
2.5.1.2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	kanały wentylacyjne Vex	kanały wentylacyjne Vex/Vsup
2.5.1.3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m³/h]	1964,45	1964,45/1964,45
2.5.1.4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	0,22	0,22
2.5.2.1.	Rodzaj wentylacji	Wentylacja grawitacyjna	Wentylacja grawitacyjna
2.5.2.2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	stolarka/kanały grawitacyjne	stolarka/kanały grawitacyjne
2.5.2.3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m³/h]	3477,25	3477,25
2.5.2.4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	0,39	0,39
2.6. Charakterystyka energetyczna budynku		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.6.1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	127,95	91,30
2.6.2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	8,26	8,26
2.6.3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	605,16	323,30
2.6.4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	928,99	403,62
2.6.5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	250,50	46,31
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/(m²rok)]	71,05	37,96
2.6.9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m²rok)]	109,07	47,39
2.6.10**	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00	3,55
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]	66,14	66,14
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 m³ ciepłej wody użytkowej *** [zł/m³]	155,66	16,55

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)]	2,38	1,04
2.7.6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00
2.7.7.	Inne [zł]	0,00	0,00
2.8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu [zł]	1711070,47	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	61,85
Planowane koszty całkowite [zł]	1711070,47	Premia termomodernizacyjna [zł]	90281,45
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	45140,73		

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

** Uo_{ze} [%] 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 przesyłem jednostki energii.

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

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-TERMOCAD PRO 7.0

3.5. Wytyczne oraz uwagi inwestora

1. Obniżenie kosztów ogrzewania
2. Wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie Termomodernizacyjnej

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4.1. Ogólne dane techniczne

Konstrukcja/technologia budynku	-	tradycyjna
Kubatura budynku	-	8978,47 m ³
Kubatura ogrzewania	-	8918,96 m ³
Powierzchnia netto budynku	-	2383,89 m ²
Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej	-	0,00 m ²
Współczynnik kształtu	-	0,45 m ⁻¹
Powierzchnia zabudowy budynku	-	1460,56 m ²
Ilość mieszkań	-	0,00
Ilość mieszkańców	-	370,00

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	0,32	W/(m ² •K)
Dach/stropodach	0,30; 0,28; 0,25	W/(m ² •K)
Strop piwnicy	---	W/(m ² •K)
Okna	2,00	W/(m ² •K)
Drzwi/bramy	2,60	W/(m ² •K)
Okna połaciowe	---	W/(m ² •K)
Podłogi na gruncie	2,02; 2,20	W/(m ² •K)
Ściany wewnętrzne	1,64; 1,02; 0,31	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		66,14 zł/GJ		66,14 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		0,00 zł/m-c		0,00 zł/m-c	
Ceny ciepła - c.w.u.		Stan przed termomodernizacją		Stan po termomodernizacji	
Opłata za 1 GJ		66,14 zł/GJ		133,34 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		0,00 zł/m-c		0,00 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
Paliwo - Olej opałowy	2,40zł	0%	0,036 GJ/l	66,14zł	...
Energia elektryczna – Produkcja mieszana	0,48zł	0%	0,004 GJ/kWh	133,34zł	
Σ		0%			

4.5. Charakterystyka systemu grzewczego					
Wytwarzanie	Kotły niskotemperaturowe na paliwo gazowe lub ciekłe, z zamkniętą komorą spalania i palnikiem modulowanym, o mocy nominalnej powyżej 120 do 1200 kW Paliwo - olej opałowy				η _{H,g} = 0,940
Przesyłanie ciepła	C.o. wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni nieogrzewanej				η _{H,d} = 0,900
Regulacja systemu grzewczego	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej bez automatycznej regulacji miejscowej				η _{H,e} = 0,770
Akumulacja ciepła	Brak zasobnika buforowego				η _{H,s} = 1,000
Czas ogrzewania w okresie tygodnia	Liczba dni: 7 dni				w _t = 1,000
Przerwy w ogrzewaniu w okresie doby	Liczba godzin: Bez przerw				w _d = 1,000
Sprawność całkowita systemu grzewczego η _{H,tot} = η _{H,g} η _{H,d} η _{H,e} η _{H,s} =					0,651
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	Kotły niskotemperaturowe o mocy powyżej 50 kW				η _{w,g} = 0,880

Przesył ciepłej wody	Liczba punktów poboru ciepłej wody powyżej 30 do 100	$\eta_{w,d} =$	0,500
Regulacja i wykorzystanie	---	$\eta_{w,e} =$	1,000
Akumulacja ciepła	Zasobnik w systemie wg standardu z lat 1977-1995	$\eta_{w,s} =$	0,650
Sprawność całkowita systemu c.w.u. $\eta_{w,tot} = \eta_{w,g} \eta_{w,d} \eta_{w,s} \eta_{w,e} =$			0,286
Moc cieplna zamówiona (ciepła woda użytkowa)			--- MW
4.7. Charakterystyka systemu wentylacji			
Rodzaj wentylacji	Wentylacja mechaniczna wywiewna		
Sposób doprowadzania i odprowadzania powietrza	kanały wentylacyjne Vex		
Strumień powietrza wentylacyjnego	1964,45		
Krotność wymian powietrza	0,22		
Rodzaj wentylacji	Wentylacja grawitacyjna		
Sposób doprowadzania i odprowadzania powietrza	stolarka/kanały grawitacyjne		
Strumień powietrza wentylacyjnego	3477,25		
Krotność wymian powietrza	0,39		

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	Ściana zewnętrzna budynku -mur z gazobetonu gr.34 cm dwustronnie otynkowany. Przegroda nie spełnia Polskiej Normy dotyczącej izolacyjności przegród budowlanych. Należy docieplić i zapewnić wymagany współczynnik przenikania ciepła $U \leq 0,20 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.
Podłoga na gruncie	Podłoga na gruncie w sali gimnastycznej w dobrym stanie technicznym. Brak uzasadnienia ekonomicznego do przeprowadzenia termomodernizacji przegrody.
Dach- szkoła część wyższa	Stropodach konstrukcji betonowej, ocieplony styropianem. Stan techniczny dobry. Przegroda nie spełnia Polskiej Normy dotyczącej izolacyjności przegród budowlanych. Należy docieplić i zapewnić wymagany współczynnik przenikania ciepła $U \leq 0,15 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.
Podłoga na gruncie	Podłoga na gruncie w szkole w dobrym stanie technicznym. Brak uzasadnienia ekonomicznego do przeprowadzenia termomodernizacji przegrody.
Dach-sala gimnastyczna	Stropodach nad salą gimnastyczną, konstrukcji stalowej kryty blachą stalową, wełna mineralną, papą. Stan techniczny dobry. Przegroda nie spełnia Polskiej Normy dotyczącej izolacyjności przegród budowlanych. Należy docieplić i zapewnić wymagany współczynnik przenikania ciepła $U \leq 0,15 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.
Ściana wewnętrzna	Ściana wewnętrzna do nieogrzewanego wiatrołapu. Brak uzasadnienia ekonomicznego do przeprowadzenia termomodernizacji przegrody.
Dach- część obniżona	Stropodach nad częścią obniżoną szkoły, konstrukcji stalowej kryty blachą stalową, wentylowany, ocieplony wełna mineralną. Stan techniczny dobry. Przegroda nie spełnia Polskiej Normy dotyczącej izolacyjności przegród budowlanych. Należy docieplić i zapewnić wymagany współczynnik przenikania ciepła $U \leq 0,15 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.
Okno zewnętrzne OZ 1	Stolarka okienna PCV zespolona, stara, nieszczelna, wyeksploatowana w złym stanie technicznym. Nie spełnia warunku wymaganego współczynnika przenikania ciepła $U \leq 0,9 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ wg WT 2021r.
Drzwi zewnętrzne DZ 1	Stolarka drzwiowa PCV stara, nieszczelna, wyeksploatowana w złym stanie technicznym. Nie spełnia warunku wymaganego współczynnika przenikania ciepła $U \leq 1,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ wg WT 2021r.
Okno zewnętrzne OZ 1	Stolarka okienna PCV zespolona, stara, nieszczelna, wyeksploatowana w złym stanie technicznym. Nie spełnia warunku wymaganego współczynnika przenikania ciepła $U \leq 0,9 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ wg WT 2021r.
System grzewczy	Kotłownia - stary kocioł dwufunkcyjny na olej opałowy o niskiej sprawności wytwarzania ciepła. Kocioł w złym stanie technicznym. Brak zaworów termostatycznych przy grzejnikach.
Instalacja ciepłej wody użytkowej	Do wytwarzania c.w.u. wykorzystuje się stary kocioł olejowy dwufunkcyjny o niskiej sprawności. Brak izolacji instalacji c.w.u. Zasobnik ciepłej wody stary w złym stanie technicznym o niskiej sprawności.

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia modernizacyjnego

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 Dach- część obniżona		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Granulat z celulozy, $\lambda = 0,039$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	415,68m ²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	415,68m ²	
Stopniodni: 3678,60 dzień·K/rok	$t_{wo} = 20,00$ °C	$t_{zo} = -18,00$ °C

		Stan istniejący	Wariant numer		
			Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	66,14	66,14	66,14	66,14
Opłata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	11	12	13
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	0,255	0,148	0,143	0,138
Opór cieplny R	(m ² K)/W	3,93	6,75	7,00	7,26
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	2,82	3,08	3,33
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	33,63	19,58	18,86	18,19
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0040	0,0023	0,0023	0,0022
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	929,77	977,16	1021,21
Cena jednostkowa usprawnienia K_i	zł/m ²	---	90,00	95,00	100,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	46015,78	48572,21	51128,64
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	49,49	49,71	50,07

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 46015,78 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 49,49 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 11 cm

Informacje uzupełniające:

Zakłada się docieplenie stropodachu części obniżonej szkoły granulem z celulozy o współczynniku $\lambda = 0,039$ o grubości 11 cm. Istniejącą wełnę sprawdzić pod kątem zawilgocenia. Przed rozpoczęciem prac należy wykonać sprawdzenie konstrukcji sufitu podwieszanego pod kątem możliwości jego dociążenia. W przypadku stwierdzenia zawilgocenia wełny lub braku możliwości dociążenia, zakłada się zdjęcie płyt oraz utylizację istniejącej wełny i montaż nowej izolacji z mat z wełny mineralnej o gr. 25 cm i współczynniku $\lambda = 0,039$.

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Dach- szkoła część wyższa		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Płyta styropianowa EPS 100-038 DACH, $\lambda = 0,038$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	821,97m ²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	950,00m ²	
Stopniodni: 3678,60 dzień·K/rok	$t_{wo} = 20,00$ °C	$t_{zo} = -18,00$ °C

		Stan istniejący	Wariant numer		
			Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3
Oplata za 1 GJ Oz	zł/GJ	66,14	66,14	66,14	66,14
Oplata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	13	14	15
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	0,302	0,148	0,143	0,138
Opór cieplny R	(m ² K)/W	3,32	6,74	7,00	7,26
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	3,42	3,68	3,95
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	78,77	38,77	37,32	35,96
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0094	0,0046	0,0045	0,0043
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	2645,16	2741,55	2830,96
Cena jednostkowa usprawnienia K_i	zł/m ²	---	120,00	130,00	140,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	140220,00	151905,00	163590,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	53,01	55,41	57,79

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 140220,00 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 53,01 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 13 cm

Informacje uzupełniające:

Zakłada się docieplenie stropodachu części wyższej szkoły, styropapą o gr. 13 cm i współczynniku $\lambda = 0,038$ wraz z dodatkową izolacją wierzchnią z papy. Przed wykonaniem należy wykonać demontaż wierzchniej warstwy papy oraz innych elementów na dachu.

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Dach-sala gimnastyczna		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Płyta z wełny skalnej, $\lambda = 0,038$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	287,20m ²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	350,00m ²	
Stopniodni: 2770,60 dzień·K/rok	$t_{wo} = 16,00$ °C	$t_{zo} = -18,00$ °C

		Stan istniejący	Wariant numer		
			Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3
Oplata za 1 GJ Oz	zł/GJ	66,14	66,14	66,14	66,14
Oplata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	12	13	14
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	0,279	0,148	0,143	0,138
Opór cieplny R	(m ² K)/W	3,58	6,74	7,00	7,27
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	3,16	3,42	3,68
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	19,19	10,20	9,82	9,46
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0027	0,0014	0,0014	0,0013
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	594,44	619,78	643,28
Cena jednostkowa usprawnienia K_i	zł/m ²	---	120,00	130,00	140,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	51660,00	55965,00	60270,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	86,91	90,30	93,69

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 51660,00 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 86,91 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 12 cm

Informacje uzupełniające:

Zakłada się demontaż i utylizację starej wełny mineralnej i docieplenie stropodachu sali gimnastycznej płytami z wełny skalnej o współczynniku $\lambda = 0,038$ o grubości 25 cm. W ramach ceny ujęto zarówno demontaż, docieplenie oraz wykończenie dachu poprzez montaż papy. Obliczenia wariantów zostały wykonane jako uzupełnienie już istniejącego ocieplenia, jednakże ze względu na warunki techniczne w cenie ujęto nową izolację o gr. 25 cm.

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 :	1201,57m ²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	1250,00m ²	
Stopniodni: 3551,13 dzień·K/rok	$t_{wo} = 19,44$ °C	$t_{zo} = -18,00$ °C

		Stan istniejący	Wariant numer		
			Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3
Oplata za 1 GJ Oz	zł/GJ	66,14	66,14	66,14	66,14
Oplata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	—	12	13	14
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m²K)	0,321	0,146	0,139	0,134
Opór cieplny R	(m²K)/W	3,11	6,86	7,17	7,49
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m²K)/W	—	3,75	4,06	4,38
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	118,49	52,80	50,47	48,33
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0145	0,0064	0,0062	0,0059
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	—	4345,01	4499,23	4640,40
Cena jednostkowa usprawnienia K_i	zł/m²	—	250,00	260,00	270,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	—	384375,00	399750,00	415125,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	—	88,46	88,85	89,46

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 384375,00 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 88,46 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 12 cm

Informacje uzupełniające:

Przyjęto docieplenie elewacji bezspoinowe metodą lekką mokrą z izolacją styropianem EPS FASADA PREMIUM o współczynniku $\lambda = 0,031$ o gr. 12 cm i wyprawą tynkarską cienkowarstwową. W cenie ujęto wymianę opierzeń blacharskich na elewacji, rynien oraz docieplenie ościeży okiennych i drzwiowych.

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 1 'Wentylacja grawitacyjna'	
Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: 3300,09 m ³ /h	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: 429,80 m ²	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: 429,80 m ²	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: 429,80 m ²	
Stopień wyekspozowania budynku na działanie wiatru: Brak osłonięcia cr = 1,2 ,cw = 1,00	
Stan istniejący: Stolarka bardzo nieszczelna (a > 4)	
Stopniodni: 3678,60 dzień•K/rok θi = 20,00 °C θe = -18,00 °C	

		Stan istniejący	Wariant numer		
			Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	66,14	66,14	66,14	66,14
Opłata za 1 MW	zł/(MW•m-c)	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament	zł/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00
Współczynnik c _m		1,35	1,00	1,00	1,00
Współczynnik c _r		1,20	0,70	0,70	0,70
Współczynnik a		---	---	---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	2,000	0,900	0,850	0,800
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	792,57	428,61	421,78	414,95
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0902	0,0578	0,0569	0,0561
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	24071,97	24523,72	24975,47
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	---	800,00	900,00	1000,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	422923,20	475760,17	528730,70
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	0,00	0,00	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	17,57	19,40	21,17

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 422923,20 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 17,57 lat

Stolarka bardzo szczelna (a < 0,3)

Modernizacja systemu wentylacji

U= 0,90

Informacje uzupełniające:

Kalkulacja zakłada wymianę starych okien na nowe z profilu pięciokomorowego o U=0,9 z zachowaniem podziału oraz z montażem nawiewników.

Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji**Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'**

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: 177,17 m³/h

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: 20,28m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: 20,28m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: 20,28m²

Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru: Brak osłonięcia cr = 1,2 ,cw = 1,00

Stan istniejący: Stolarka bardzo nieszczelna (a > 4)

Stopniodni: 3678,60 dzień•K/rok $\theta_i = 20,00\text{ }^{\circ}\text{C}$ $\theta_e = -18,00\text{ }^{\circ}\text{C}$

		Stan istniejący	Wariant numer		
			Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	66,14	66,14	66,14	66,14
Opłata za 1 MW	zł/(MW•m-c)	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament	zł/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00
Współczynnik c _m		1,35	1,00	1,00	1,00
Współczynnik c _r		1,20	1,00	1,00	1,00
Współczynnik a		---	---	---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	2,600	1,300	1,200	1,100
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	41,27	24,93	24,29	23,64
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0051	0,0029	0,0028	0,0027
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	1080,50	1123,13	1165,77
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	---	1000,00	1100,00	1200,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	24948,09	27438,06	29936,97
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	0,00	0,00	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	23,09	24,43	25,68

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1**Charakterystyka wariantu optymalnego:**

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 24948,09 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 23,09 lat

Stolarka szczelna (0,5 < a < 1)

Modernizacja systemu wentylacji

U= 1,30

Informacje uzupełniające:

Kalkulacja zakłada wymianę starych, drzwi na nowe PCV o U=1,3 z zachowaniem podziału.

Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji**Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja mechaniczna wywiewna'**

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: **1964,45 m³/h**

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: **93,60m²**

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: **93,60m²**

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: **93,60m²**

Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru: Brak osłonięcia $c_r = 1,2$, $c_w = 1,00$

Stan istniejący: ---

Stopniodni: **2770,60** dzień•K/rok $\theta_i = 16,00$ °C $\theta_e = -18,00$ °C

		Stan istniejący	Wariant numer		
			Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	66,14	66,14	66,14	66,14
Opłata za 1 MW	zł/(MW•m-c)	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament	zł/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00
Współczynnik c_m		---	---	---	---
Współczynnik c_r		---	---	---	---
Współczynnik a		---	---	---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m²K)	2,000	0,900	0,800	0,850
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	45,20	20,55	18,31	19,43
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0370	0,0256	0,0253	0,0254
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	1630,12	1778,32	1704,22
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m²	---	800,00	1000,00	900,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	92102,40	115128,00	103615,20
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	0,00	0,00	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	56,50	64,74	60,80

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1**Charakterystyka wariantu optymalnego:**

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 92102,40 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 56,50 lat

Modernizacja systemu wentylacji

U= 0,90

Informacje uzupełniające:

Kalkulacja zakłada wymianę starych okien na nowe z profilu pięciokomorowego o U=0,9 z zachowanie podziału, oraz z montażem nawiewników.

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 c.w.u.

		Stan istniejący	Wariant 1
Ciepło właściwe wody c_w	[kJ/(kg·K)]	4,18	4,18
Gęstość wody ρ_w	[kg/m ³]	1000	1000
Temperatura ciepłej wody θ_w	[°C]	55	55
Temperatura zimnej wody θ_o	[°C]	10	10
Współczynnik korekcyjny k_R	[-]	0,55	0,55
Powierzchnia o regulowanej temperaturze A_r	[m ²]	2365,91	2365,91
Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. V_{W1}	[dm ³ /(m ² ·dobę)]	0,80	0,80
Czas użytkowania τ	[h]	24,00	24,00
Współczynnik godzinowej nierównomierności N_h	[-]	2,00	2,00
Sprawność wytwarzania $\eta_{w,g}$	[-]	0,88	2,60
Sprawność przesyłu $\eta_{w,d}$	[-]	0,50	0,70
Sprawność akumulacji ciepła $\eta_{w,s}$	[-]	0,65	0,85
Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła Q_{cw}	[GJ/rok]	250,50	46,31
Max moc cieplna q_{cwu}	[kW]	8,26	8,26

6.3.2 Ocena opłacalności modernizacji instalacji cwu

		Stan istniejący	Wariant 1
Opłata za 1 GJ	[zł/GJ]	66,14	133,34
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu	[zł/MW]	0,00	0,00
Inne koszty, abonament	[zł]	0,00	0,00
Roczna oszczędność kosztów ΔO	[zł/a]	---	10392,81
Koszt modernizacji N_u	[zł]	---	47908,50
SPBT	[lat]	---	4,61

6.3.3 Uproszczona kalkulacja kosztów modernizacji instalacji cwu dla wariantu optymalnego

Planowane usprawnienia:	Nakłady
Zakup i montaż pompy ciepła wraz z niezbędnym osprzętem	42435,00
Montaż izolacji przewodów przesłowych instalacji c.w.u.	553,50
Zakup i montaż zasobnika c.w.u. z dwoma węzłowicami , zasilany z pompy ciepła i asekuracyjnie z kotła na olej opałowy.	4920,00
---	---
Suma:	47908,50

6.3.4 Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu c.w.u.

Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania η_g	Montaż pompy ciepła powietrze - woda
Ulepszenie sprawności przesyłu η_d	Montaż izolacji termicznej instalacji przesyłowej c.w.u.
Ulepszenie sprawności akumulacji η_s	Montaż nowego zasobnika c.w.u.

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
Oplata za 1 GJ na ogrzewanie	[zł/GJ]	66,14	66,14
Oplata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie	[zł/MW]	0,00	0,00
Inne koszty, abonament	[zł]	0,00	0,00
Sezonowe zapotrzebowanie na energię użytkową	[GJ]	605,16	
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[MW]	0,1280	
Sprawność systemu grzewczego		0,651	0,761
Roczna oszczędność kosztów ΔO	[zł/a]	---	11474,03
Koszt modernizacji	[zł]	---	127612,50
SPBT	[lat]	---	11,12

Informacje uzupełniające:

Wymiana starego kotła na nowy kocioł kondensacyjny z wbudowanym sterownikiem i automatyką pogodową, zaizolowanie instalacji przesyłowej oraz montaż zaworów termostatycznych podniesie sprawność wytwarzania ciepła i obniży koszty jego uzyskania.

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

Rodzaje ulepszeń termomodernizacyjnych	Wartości sprawności składowych n oraz współczynników w
Wytwarzania ciepła, np. wymiana lokalnego wbudowanego źródła ciepła $\eta_{H,g}$	0,950
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	1,000
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	0,950
Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_{H,g} \cdot \eta_{H,d} \cdot \eta_{H,e} \cdot \eta_{H,s}$	0,761

*) - 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
Instalacja nowego kotła wraz z niezbędnym osprzętem	104550,00
Zaizolowanie przewodów sieci przesyłowej c.o.	553,50
Montaż zaworów termostatycznych	15498,00
Montaż automatyki	7011,00
Suma:	127612,50

6.4.4 Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu grzewczego

Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania η_g	Instalacja kotła kondensacyjnego na olej opałowy z wbudowanym sterownikiem i automatyką pogodową
Ulepszenie sprawności przesyłu η_d	Montaż izolacji instalacji c.o. w kotłowni
Ulepszenie sprawności regulacji η_e	Montaż zaworów termostatycznych
Ulepszenie sprawności akumulacji η_s	Bez zmian
Ulepszenie dotyczące przerw w ogrzewaniu w_t i w_d	Montaż automatyki sterującej w programie dobowym i tygodniowym

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 systemu ciepłej wody użytkowej	47908,50 zł	4,61
2.	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	422923,20 zł	17,57
3.	Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	24948,09 zł	23,09
4.	Modernizacja przegrody Dach- część obniżona	46015,78 zł	49,49
5.	Modernizacja przegrody Dach- szkoła część wyższa	140220,00 zł	53,01
6.	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja mechaniczna wywiewna'	92102,40 zł	56,50
7.	Modernizacja przegrody Dach-sala gimnastyczna	51660,00 zł	86,91
8.	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	384375,00 zł	88,46
9.	Wentylacja mechaniczna z odzyskiem w sali gimnastycznej	92250,00 zł	---
10.	Pozostałe roboty budowlane, w tym m. in. montaż obróbek blacharskich oraz instalacji odgromowej	34440,00 zł	---
11.	Wymiana oświetlenia na nowe energooszczędne LED	246615,00 zł	---
	Modernizacja systemu grzewczego	127612,50	11,12

7.2 Określenie kosztów poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant 1		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	47908,50
2	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	422923,20
3	Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	24948,09
4	Modernizacja przegrody Dach- część obniżona	46015,78
5	Modernizacja przegrody Dach- szkoła część wyższa	140220,00
6	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja mechaniczna wywiewna'	92102,40
7	Modernizacja przegrody Dach-sala gimnastyczna	51660,00
8	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	384375,00
9	Modernizacja systemu grzewczego	127612,50
10	Wentylacja mechaniczna z odzyskiem w sali gimnastycznej	92250,00
11	Pozostałe roboty budowlane, w tym m. in. montaż obróbek blacharskich oraz instalacji odgromowej	34440,00
12	Wymiana oświetlenia na nowe energooszczędne LED	246615,00
Całkowity koszt		1711070,47

Wariant 2		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	47908,50
2	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	422923,20
3	Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	24948,09
4	Modernizacja przegrody Dach- część obniżona	46015,78
5	Modernizacja przegrody Dach- szkoła część wyższa	140220,00
6	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja mechaniczna wywiewna'	92102,40
7	Modernizacja przegrody Dach-sala gimnastyczna	51660,00
8	Modernizacja systemu grzewczego	127612,50
9	Wentylacja mechaniczna z odzyskiem w sali gimnastycznej	92250,00
10	Pozostałe roboty budowlane, w tym m. in. montaż obróbek blacharskich oraz instalacji odgromowej	34440,00
11	Wymiana oświetlenia na nowe energooszczędne LED	246615,00
Całkowity koszt		1326695,47

Wariant 3		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	47908,50
2	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	422923,20
3	Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	24948,09
4	Modernizacja przegrody Dach- część obniżona	46015,78
5	Modernizacja przegrody Dach- szkoła część wyższa	140220,00
6	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja mechaniczna wywiewna'	92102,40
7	Modernizacja systemu grzewczego	127612,50
8	Wentylacja mechaniczna z odzyskiem w sali gimnastycznej	92250,00
9	Pozostałe roboty budowlane, w tym m. in. montaż obróbek blacharskich oraz instalacji odgromowej	34440,00
10	Wymiana oświetlenia na nowe energooszczędne LED	246615,00
Całkowity koszt		1275035,47

Wariant 4		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	47908,50
2	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	422923,20
3	Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	24948,09
4	Modernizacja przegrody Dach- część obniżona	46015,78
5	Modernizacja przegrody Dach- szkoła część wyższa	140220,00
6	Modernizacja systemu grzewczego	127612,50
7	Wentylacja mechaniczna z odzyskiem w sali gimnastycznej	92250,00
8	Pozostałe roboty budowlane, w tym m. in. montaż obróbek blacharskich oraz instalacji odgromowej	34440,00
9	Wymiana oświetlenia na nowe energooszczędne LED	246615,00
Całkowity koszt		1182933,07

Wariant 5		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	47908,50
2	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	422923,20
3	Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	24948,09
4	Modernizacja przegrody Dach- część obniżona	46015,78
5	Modernizacja systemu grzewczego	127612,50
6	Wentylacja mechaniczna z odzyskiem w sali gimnastycznej	92250,00
7	Pozostałe roboty budowlane, w tym m. in. montaż obróbek blacharskich oraz instalacji odgromowej	34440,00
8	Wymiana oświetlenia na nowe energooszczędne LED	246615,00
Całkowity koszt		1042713,07

Wariant 6		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	47908,50
2	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	422923,20
3	Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	24948,09
4	Modernizacja systemu grzewczego	127612,50
5	Wentylacja mechaniczna z odzyskiem w sali gimnastycznej	92250,00
6	Pozostałe roboty budowlane, w tym m. in. montaż obróbek blacharskich oraz instalacji odgromowej	34440,00
7	Wymiana oświetlenia na nowe energooszczędne LED	246615,00
Całkowity koszt		996697,29

Wariant 7		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	47908,50
2	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	422923,20
3	Modernizacja systemu grzewczego	127612,50
4	Wentylacja mechaniczna z odzyskiem w sali gimnastycznej	92250,00
5	Pozostałe roboty budowlane, w tym m. in. montaż obróbek blacharskich oraz instalacji odgromowej	34440,00
6	Wymiana oświetlenia na nowe energooszczędne LED	246615,00
Całkowity koszt		971749,20

Wariant 8		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	47908,50
2	Modernizacja systemu grzewczego	127612,50
3	Wentylacja mechaniczna z odzyskiem w sali gimnastycznej	92250,00
4	Pozostałe roboty budowlane, w tym m. in. montaż obróbek blacharskich oraz instalacji odgromowej	34440,00
5	Wymiana oświetlenia na nowe energooszczędne LED	246615,00
Całkowity koszt		548826,00

Wariant 9		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu grzewczego	127612,50
2	Wentylacja mechaniczna z odzyskiem w sali gimnastycznej	92250,00
3	Pozostałe roboty budowlane, w tym m. in. montaż obróbek blacharskich oraz instalacji odgromowej	34440,00
4	Wymiana oświetlenia na nowe energooszczędne LED	246615,00
Całkowity koszt		500917,50

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 A/V
	[MW]	[GJ]	°C	m ²	m ³	m ³	m ³	W/m ³	1/m
0	0,1280	605,16	19,12	2365,91	8918,96	8978,47	8918,96	14,35	0,45
1	0,0913	323,30	19,12	2365,91	8918,96	8978,47	8918,96	12,57	0,45
2	0,0998	387,61	19,12	2365,91	8918,96	8978,47	8918,96	13,47	0,45
3	0,1006	392,30	19,12	2365,91	8918,96	8978,47	8918,96	13,62	0,45
4	0,1041	413,11	19,12	2365,91	8918,96	8978,47	8918,96	13,62	0,45
5	0,1073	438,11	19,12	2365,91	8918,96	8978,47	8918,96	14,15	0,45
6	0,1090	451,33	19,12	2365,91	8918,96	8978,47	8918,96	14,34	0,45
7	0,1100	459,25	19,12	2365,91	8918,96	8978,47	8918,96	14,34	0,45
8	0,1280	605,16	19,12	2365,91	8918,96	8978,47	8918,96	14,35	0,45
9	0,1280	605,16	19,12	2365,91	8918,96	8978,47	8918,96	14,35	0,45

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	605,16 0,1280	250,50 0,0083	0,65	1,00	1,00	1179,49	78011,18	---	---
1	323,30 0,0913	46,31 0,0083	0,76	1,00	0,95	449,93	32870,46	45140,73	57,86
2	387,61 0,0998	46,31 0,0083	0,76	1,00	0,95	530,22	38180,64	39830,55	51,06
3	392,30 0,1006	46,31 0,0083	0,76	1,00	0,95	536,08	38568,20	39442,98	50,56
4	413,11 0,1041	46,31 0,0083	0,76	1,00	0,95	562,05	40286,30	37724,88	48,36
5	438,11 0,1073	46,31 0,0083	0,76	1,00	0,95	593,26	42350,13	35661,06	45,71
6	451,33 0,1090	46,31 0,0083	0,76	1,00	0,95	609,77	43442,31	34568,87	44,31
7	459,25 0,1100	46,31 0,0083	0,76	1,00	0,95	619,66	44096,43	33914,75	43,47
8	605,16 0,1280	46,31 0,0083	0,76	1,00	0,95	801,82	56144,35	21866,84	28,03
9	605,16 0,1280	250,50 0,0083	0,76	1,00	0,95	1006,00	83370,48	-5359,30	-6,87

7.5. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Wariant	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii ΔO	Procentowa oszczędność zapotrz. na energię	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu	Premia termomodernizacyjna		
					20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii
1	1711070,47 zł	45140,73	61,85%	0,00 1711070,47	342214,09	273771,27	90281,45
2	1326695,47 zł	39830,55	55,05%	0,00 1326695,47	265339,09	212271,27	79661,09
3	1275035,47 zł	39442,98	54,55%	0,00 1275035,47	255007,09	204005,67	78885,97
4	1182933,07 zł	37724,88	52,35%	0,00 1182933,07	236586,61	189269,29	75449,76
5	1042713,07 zł	35661,06	49,70%	0,00 1042713,07	208542,61	166834,09	71322,12
6	996697,29 zł	34568,87	48,30%	0,00 996697,29	199339,46	159471,57	69137,74
7	971749,20 zł	33914,75	47,46%	0,00 971749,20	194349,84	155479,87	67829,51
8	548826,00 zł	21866,84	32,02%	0,00 548826,00	109765,20	87812,16	43733,68
9	500917,50 zł	-5359,30	14,71%	0,00 500917,50	100183,50	80146,80	-10718,60

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%

2. Kwota kredytu nie przekracza wartości zadeklarowanej

3. Środki własne konieczne na realizację przedsięwzięcia termomodernizacyjnego nie przekraczają zadeklarowanych przez inwestora środków w kwocie 0,00 zł

7.6. Charakterystyka optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

- planowany koszt całkowity	---	1711070,47 zł	
- planowana kwota środków własnych	---	0,00 zł	
- planowana kwota kredytu	---	1711070,47 zł	
- przewidywana premia termomodernizacyjna	---	90281,45 zł	
- roczne oszczędności kosztów energii	---	45140,73 zł	tj. 57,86 %

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

P1

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Dach- część obniżona**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 11 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Granulat z celulozy

Uwagi:

Zakłada się docieplenie stropodachu części obniżonej szkoły granulem z celulozy o współczynniku λ 0,039 o grubości 11 cm. Istniejącą wełnę sprawdzić pod kątem zawilgocenia. Przed rozpoczęciem prac należy wykonać sprawdzenie konstrukcji sufitu podwieszanego pod kątem możliwości jego dociążenia. W przypadku stwierdzenia zawilgocenia wełny lub braku możliwości dociążenia, zakłada się zdjęcie płyt oraz utylizację istniejącej wełny i montaż nowej izolacji z mat z wełny mineralnej o gr. 25 cm i współczynniku λ 0,039.

P2

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Dach- szkoła część wyższa**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 13 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyta styropianowa EPS 100-038 DACH

Uwagi:

Zakłada się docieplenie stropodachu części wyższej szkoły, styropapą o gr. 13 cm i współczynniku λ 0,038 wraz z dodatkową izolacją wierzchnią z papy. Przed wykonaniem należy wykonać demontaż wierzchniej warstwy papy oraz innych elementów na dachu.

P3

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Dach-sala gimnastyczna**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 12 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyta z wełny skalnej

Uwagi:

Zakłada się demontaż i utylizację starej wełny mineralnej i docieplenie stropodachu sali gimnastycznej płytami z wełny skalnej o współczynniku λ 0,038 o grubości 25 cm. W ramach ceny ujęto zarówno demontaż, docieplenie oraz wykończenie dachu poprzez montaż papy. Obliczenia wariantów zostały wykonane jako uzupełnienie już istniejącego ocieplenia, jednakże ze względu na warunki techniczne w cenie ujęto nową izolację o gr. 25 cm.

P4

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 12 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Austrotherm EPS FASADA PREMIUM

Uwagi:

Przyjęto docieplenie elewacji bezspoinowe metodą lekką mokrą z izolacją styropianem EPS FASADA PREMIUM o współczynniku λ 0,031 o gr. 12 cm i wyprawą tynkarską cienkowarstwową. W cenie ujęto wymianę opierzeń blacharskich na elewacji, rynien oraz docieplenie ościeży okiennych i drzwiowych.

O1

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'**

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

Wymagany typ stolarki: Stolarka bardzo szczelna ($a < 0,3$)

Uwagi:

Kalkulacja zakłada wymianę starych okien na nowe z profilu pięciokomorowego o U=0,9 z zachowaniem podziału oraz z montażem nawiewników.

O2

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'**

Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: 1,300 W/(m²·K)

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

Uwagi:

Kalkulacja zakłada wymianę starych, drzwi na nowe PCV o U=1,3 z zachowaniem podziału.

O3

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja mechaniczna wywiewna'**

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

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

Uwagi:

Kalkulacja zakłada wymianę starych okien na nowe z profilu pięciokomorowego o U=0,9 z zachowanie podziału, oraz z montażem nawiewników.

C.W.U.

Usprawnienie: **modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych:

1. Zakup i montaż pompy ciepła wraz z niezbędnym osprzętem
2. Montaż izolacji przewodów przesyłowych instalacji c.w.u.
3. Zakup i montaż zasobnika c.w.u. z dwoma węzownikami, zasilany z pompy ciepła i asekuracyjnie z kotła na olej opałowy.

Uwagi:

Modernizacja systemu c.w.u przez zastosowanie pompy ciepła (powietrze - woda) zmniejszy koszty uzyskania c.w.u Zastosowanie odnawialnych źródeł energii wpłynie pozytywnie na środowisko.

C.O.

Usprawnienie: **modernizacja instalacji grzewczej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych:

1. Instalacja nowego kotła wraz z niezbędnym osprzętem
2. Zaizolowanie przewodów sieci przesyłowej c.o.
3. Montaż zaworów termostatycznych
4. Montaż automatyki

Uwagi:

Wymiana starego kotła na nowy kocioł kondensacyjny z wbudowanym sterownikiem i automatyką pogodową, zaizolowanie instalacji przesyłowej oraz montaż zaworów termostatycznych podniesie sprawność wytwarzania ciepła i obniży koszty jego uzyskania.

Wentylacja mechaniczna

Usprawnienie: **montaż wentylacji nawiewno-wywiewnej z odzyskiem**

Uwagi:

W ramach termomodernizacji zakłada się montaż na Sali gimnastycznej wentylacji mechanicznej nawiewno- wywiewnej z odzyskiem o sprawności 80%.

Oświetlenie

Usprawnienie: **wymiana opraw oświetleniowych**

Uwagi:

W ramach termomodernizacji zakłada się wymianę opraw oświetleniowych na nowe energooszczędne LED.

Pozostałe roboty budowlane

Usprawnienie: **pozostałe roboty budowlane**

Uwagi:

W ramach termomodernizacji zakłada się m. in. montaż obróbek blacharskich oraz instalacji odgromowej.

9. Porównanie wyników obliczeniowych i zmierzonych.

W celu weryfikacji obliczeniowych wartości sprawdzono rzeczywiste zużycie energii cieplnej w ciągu ostatnich 2 lat.

Na przestrzeni ostatnich dwóch lat zużycie energii cieplnej wynosiło:

- 2016 – 401,51 GJ/rok
- 2017 – 608,62 GJ/rok

Co daje średnią wartość: 505,07 GJ/rok.

Zmierzone zużycie energii cieplnej jest ok. dwa razy mniejsze niż obliczeniowe. Wynika to z następujących przyczyn:

- Utrzymywanie w okresie grzewczym w części pomieszczeń niższych temperatur niż normatywne;
- Rzeczywiste zużycie c.w.u. nie podlega opomiarowaniu, nie ma możliwości weryfikacji obliczeniowego zużycia energii na cele c.w.u., ponadto zgodnie z metodologią c.w.u. obliczana jest na podstawie określonych wskaźników w uzależnieniu od powierzchni użytkowej ogrzewanej. Obliczona wartość zużycia energii na c.w.u. wynosi ok 25% całości zużycia;
- Szkoła ze względu na swój sposób użytkowania w czasie przerw w nauce (wakacje, ferie, święta) nie utrzymywana jest temperatura normatywna.

Dodatkowo ze względu na brak opomiarowania budynku – w tym w szczególności brak archiwizacji zewnętrznych warunków pogodowych oraz ilości dni ogrzewania w danym miesiącu, nie można przeliczonych wartości zużycia energii cieplnej na warunki sezonu standardowego.

WNIOSKI:

Na podstawie powyższej analizy zakłada się, iż obliczenia zostały wykonane poprawnie, a rozbieżności w stosunku do wartości zmierzonych wynikają z niestandardowego sposobu użytkowania części pomieszczeń lub braku ciągłości ich użytkowania na przestrzeni analizowanego okresu.

ZAŁĄCZNIKI

Załącznik nr 1 - Plan sytuacyjny

Załącznik nr 4 – Obliczenia cieplne dla budynku przed termomodernizacją

Spis treści

1. Zestawienie obliczeniowych współczynników strat ciepła przez przenikanie
2. Zestawienie obliczeniowych strumieni powietrza
3. Obliczenia zysków ciepła od słońca
4. Obliczenia wewnętrznych zysków ciepła
5. Obliczenia pojemności cieplnej
6. Zestawienie stref

Zestawienie uproszczonych współ. strat ciepła

Zestawienie obliczeniowych współczynników strat ciepła przez przenikanie dla Strefa O1

Kod	Typ przegrody	Symbol	Nazwa	A	U	H _{tr,s}	H%
-	-	-	-	m ²	W/(m ² ·K)	W/K	%
1	Ściana zewnętrzna	SZ 1	Ściana zewnętrzna	1032,89	0,32	331,99	18,84
1	Drzwi zewnętrzne	DZ 1	Drzwi zewnętrzne	20,28	2,60	52,74	2,99
1	Okno zewnętrzne	OZ 1	Okno zewnętrzne	429,80	2,00	859,60	48,78
1	Podłoga na gruncie	PG 2-SP	Podłoga na gruncie	1256,74	2,20	159,53	9,05
1	Ściana wewnętrzna	SW - wiatrołap	Ściana wewnętrzna	18,47	0,31	4,62	0,26
1	Dach	Dach- część obniżona	Dach- część obniżona	415,68	0,25	105,83	6,01
1	Dach	Stropodach- szkoła część wyższa	Dach- szkoła część wyższa	821,97	0,30	247,83	14,06
Całkowity współczynnik strat ciepła przez przenikanie				H _{tr,s}	1762,12	W/K	

Zestawienie obliczeniowych współczynników strat ciepła przez przenikanie dla Strefa O2

Kod	Typ przegrody	Symbol	Nazwa	A	U	H _{tr,s}	H%
-	-	-	-	m ²	W/(m ² ·K)	W/K	%
1	Ściana zewnętrzna	SZ 1	Ściana zewnętrzna	168,68	0,32	54,22	15,68
1	Okno zewnętrzne	OZ 1	Okno zewnętrzne	93,60	2,00	187,20	54,13
1	Podłoga na gruncie	PG 1-sala	Podłoga na gruncie	287,20	2,02	24,28	7,02

		gimnastyczna					
1	Dach	Dach-sala gimnastyczna	Dach-sala gimnastyczna	287,20	0,28	80,15	23,17
Całkowity współczynnik strat ciepła przez przenikanie							
				$H_{T,s}$	345,85	W/K	

Zestawienie obliczeniowych strumieni powietrza

Zestawienie obliczeniowych strumieni powietrza dla Strefa O1

Rodzaj budynku:					Oświata							
Wentylacja grawitacyjna												
Nazwa pomieszczenia/strefy	A _r	V	β	V _{ve,1}	b _{ve,1}	V _{ve,2}	b _{ve,2}	V _{ve,3}	b _{ve,3}	V _{ve,4}	b _{ve,4}	H _{ve}
	m ²	m ³	-	m ³ /h	-	m ³ /h	-	m ³ /h	-	m ³ /h	-	W/K
Strefa O1	2078,71	6954,51	0,20	4190,68	0,20	1390,90	0,20	838,14	0,80	1390,90	0,80	966,52

Zestawienie obliczeniowych strumieni powietrza dla Strefa O2

Rodzaj budynku:					Oświata							
Wentylacja mechaniczna wywiewna działająca okresowo												
Nazwa pomieszczenia/strefy	A _r	V	β	V _{ve,1}	b _{ve,1}	V _{ve,2}	b _{ve,2}	V _{ve,3}	b _{ve,3}	V _{ve,4}	b _{ve,4}	H _{ve}
	m ²	m ³	-	m ³ /h	-	m ³ /h	-	m ³ /h	-	m ³ /h	-	W/K
Strefa O2	287,2 0	1964, 45	0,20	579,0 0	0,20	8,59	0,20	57,90	0,80	392,8 9	0,80	159,3 8

Obliczenia zysków ciepła od słońca

Obliczenia zysków ciepła od słońca dla Strefa O1

Kod	Element					Symbol		Kierunek		A	Z	g	C
-	-					-		-		m ²	-	-	-
0	OZ 1-Okno zewnętrzne					OZ 1		SW		120,3 0	1,00	0,70	0,70
Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	-
I _{sol}	26,05	34,15	69,00	92,75	109,7 6	118,0 1	118,1 8	100,6 9	70,90	57,06	40,48	30,73	kWh/(m ² •m-c)
Q _{sol}	1535, 39	2013, 04	4067, 46	5467, 04	6469, 79	6956, 04	6966, 24	5935, 08	4179, 46	3363, 28	2386, 00	1811, 26	kWh/m-c
Kod	Element					Symbol		Kierunek		A	Z	g	C

-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	m ²	-	-	-
1	OZ 1-Okno zewnętrzne					OZ 1		NW		124,45	1,00	0,70	0,70
Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	-
I _{sol}	18,46	23,45	50,33	69,52	93,40	110,39	110,19	87,31	58,11	35,46	21,17	18,94	kWh/(m ² ·m-c)
Q _{sol}	1125,88	1430,24	3069,21	4239,49	5695,58	6731,39	6719,62	5323,96	3543,82	2162,12	1291,14	1154,67	kWh/m-c

Kod	Element					Symbol		Kierunek		A	Z	g	C
-	-					-		-		m ²	-	-	-
2	OZ 1-Okno zewnętrzne					OZ 1		NE		156,90	1,00	0,70	0,70
Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	-
I _{sol}	18,46	23,49	51,05	70,62	98,75	109,86	112,35	90,94	59,88	35,28	21,17	18,94	kWh/(m ² ·m-c)
Q _{sol}	1419,45	1806,09	3924,54	5429,49	7591,92	8446,22	8637,58	6991,79	4603,63	2712,36	1627,80	1455,74	kWh/m-c

Kod	Element					Symbol		Kierunek		A	Z	g	C
-	-					-		-		m ²	-	-	-
3	OZ 1-Okno zewnętrzne					OZ 1		SE		28,15	1,00	0,70	0,70
Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	-
I _{sol}	26,00	36,61	73,59	95,86	116,41	119,32	121,55	108,49	76,47	53,80	37,88	31,11	kWh/(m ² ·m-c)
Q _{sol}	358,69	504,99	1015,05	1322,26	1605,73	1645,79	1676,56	1496,39	1054,83	742,04	522,54	429,12	kWh/m-c

Obliczenia zysków ciepła od słońca dla Strefa O2

Kod	Element					Symbol		Kierunek		A	Z	g	C
-	-					-		-		m ²	-	-	-
0	OZ 1-Okno zewnętrzne					OZ 1		SE		93,60	1,00	0,70	0,70
Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	-
I _{sol}	26,00	36,61	73,59	95,86	116,41	119,32	121,55	108,49	76,47	53,80	37,88	31,11	kWh/(m ² ·m-c)
Q _{sol}	1192,65	1679,13	3375,09	4396,57	5339,12	5472,31	5574,63	4975,56	3507,36	2467,30	1737,47	1426,83	kWh/m-c

Obliczenia zysków wewnętrznych dla Strefa O1

Metoda uproszczona

Kod	Nazwa źródła/pomieszczenia						Af	Φ	Uwagi				
-	-						m ²	W/m ²	-				
1	Strefa O1						2078,7	3,2					
Całkowite obciążenie cieplne pomieszczeń zyskami wewnętrznymi Φ _{int} =										3,20		W/m ²	
Powierzchnia strefy o regulowanej temperaturze A _r =										2078,71		m ²	
miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	-
Q _{int}	4948,99	4470,06	4948,99	4789,35	4948,99	4789,35	4948,99	4948,99	4789,35	4948,99	4789,35	4948,99	kWh/m-c

Obliczenia zysków wewnętrznych dla Strefa O2													
Metoda uproszczona													
Kod	Nazwa źródła/pomieszczenia						Af		Φ		Uwagi		
-	-						m²		W/m²		-		
1	Strefa O2						287,2		3,2				
Całkowite obciążenie cieplne pomieszczeń zyskami wewnętrznymi Φ _{int} =											3,20		W/m²
Powierzchnia strefy o regulowanej temperaturze Ar =											287,20		m²
miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	-
Q _{int}	683,77	617,59	683,77	661,71	683,77	661,71	683,77	683,77	661,71	683,77	661,71	683,77	kWh/m-c

Obliczenia wewnętrznych zysków ciepła

Obliczenia zbiorcze dla strefy

Obliczenia pojemności cieplnej dla Strefa O1							
I. Przegrody zewnętrzne							
Nazwa przegrody	Symbol	Nazwa warstwy	c _p	ρ	d	A _{obl}	C _m
			J/(kg*K)	kg/m ³	m	m ²	kJ/K
Ściana zewnętrzna	SZ 1	Od strony wewnętrznej					
		Tynk lub gładź cementowo-wapienna	840	1850	0,015	1032,89	24077
		Mur z Siporex na zaprawie cementowo-wapiennej 700	1000	700	0,085	1032,89	61457
Całkowita pojemność cieplna przegrody C _m =Σ _i (c _{p_{ij}} *p _{ij} *d _{ij} *A _i)=							85534
Podłoga na gruncie	PG 2-SP	Od strony wewnętrznej					
		Wykładzina z PVC	1460	1300	0,002	1256,74	4771
		Żelbet 2500	840	2500	0,098	1256,74	258637

Całkowita pojemność cieplna przegrody $C_m = \sum_j \sum_i (c_{pij} \cdot \rho_{ij} \cdot d_{ij} \cdot A_j) =$							263408
Dach- część obniżona	Dach- część obniżona	Od strony wewnętrznej					
		Płyta gipsowo-kartonowa	1000	1000	0,050	415,6 8	20784
		Maty z wełny mineralnej	630	13	0,050	415,6 8	170
Całkowita pojemność cieplna przegrody $C_m = \sum_j \sum_i (c_{pij} \cdot \rho_{ij} \cdot d_{ij} \cdot A_j) =$							20954
Dach- szkoła część wyższa	Stropodach- szkoła część wyższa	Od strony wewnętrznej					
		Żelbet 2500	840	2500	0,100	821,9 7	172614
Całkowita pojemność cieplna przegrody $C_m = \sum_j \sum_i (c_{pij} \cdot \rho_{ij} \cdot d_{ij} \cdot A_j) =$							172614
II. Przegrody wewnętrzne sąsiadujące z innymi strefami							
Nazwa przegrody	Symbol	Nazwa warstwy	c_p	ρ	d	A_{obl}	C_m
			J/(kg*K)	kg/m³	m	m²	kJ/K
Ściana wewnętrzna	SW - wiatrołap	Od strony wewnętrznej					
		Tynk lub gładź cementowo-wapienna	840	1850	0,015	18,47	431
		Mur z Siporex na zaprawie cementowo-wapiennej 700	1000	700	0,085	18,47	1099
Całkowita pojemność cieplna przegrody $C_m = \sum_j \sum_i (c_{pij} \cdot \rho_{ij} \cdot d_{ij} \cdot A_j) =$							1529

Zestawienie całkowitej pojemności cieplnej strefy		
Nazwa przegrody	Wartość	Jednostka
I. Przegrody zewnętrzne	542509625	J/K
II. Przegrody wewnętrzne sąsiadujące z innymi strefami	1529484	J/K
Całkowita pojemność cieplna strefy $C_m =$	544039109	J/K

Obliczenia zbiorcze dla strefy Strefa O1												
Temperatura wewnętrzna strefy				θ_i		20,00		°C				
Pole powierzchni pomieszczeń o regulowanej temperaturze				A_f		2078,7		m²				
Obciążenia cieplne pomieszczeń zyskami wewnętrznymi				q_{int}		3,2		W/m²				
Pojemność cieplna budynku				C_m		342987150		J/K				
Stała czasowa budynku				τ		34,9		h				
Udział granicznych potrzeb ciepła				$\gamma_{H,lim}$		1,3		-				
-				a_H		3,3		-				
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	-1,3	-1,5	5,1	7,4	12,5	17,7	17,7	17,9	13,5	9,5	4,0	-1,4
Liczba godzin w miesiącu t_m , h	744	672	744	720	744	720	744	744	720	744	720	744
Miesięczna strata ciepła przez	2792	2545	1953	1598	9833	2918	3015	2753	8247	1376	2030	2805

przenikanie $Q_{H,tr}=10^{-3} \cdot H_{tr} \cdot (\theta_i - \theta_e) \cdot t_m$ kWh/m-c	5	9	4	6						6	0	6
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie z strefami ogrzewanymi $Q_{H,zy}=10^{-3} \cdot H_{zy} \cdot (\theta_i - \theta_{i,zy}) \cdot t_m$ 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	2792 5	2545 9	1953 4	1598 6	9833	2918	3015	2753	8247	1376 6	2030 0	2805 6
Miesięczne zyski ciepła od nasłonecznienia Q_{sol} , kWh/m-c	4439	5754	1207 6	1645 8	2136 3	2377 9	2400 0	1974 7	1338 2	8980	5827	4851
Miesięczne wewnętrzne zyski ciepła $Q_{int}=q_{int} \cdot 10^{-3} \cdot A \cdot t_m$ kWh/m-c	4949	4470	4949	4789	4949	4789	4949	4949	4789	4949	4789	4949
Miesięczne zyski ciepła $Q_{H,gn}=Q_{sol}+Q_{int}$ kWh/m-c	9388	1022 4	1702 5	2124 8	2631 2	2856 9	2894 9	2469 6	1817 1	1392 9	1061 7	9800
$\gamma_H=Q_{H,gn}/Q_{H,ht}$	0,22	0,26	0,56	0,86	1,73	6,32	6,20	5,79	1,42	0,65	0,34	0,23
$\gamma_{H,1}$	0,22	0,24	0,41	0,71	1,29	0,00	0,00	0,00	1,04	0,50	0,28	0,22
$\gamma_{H,2}$	0,24	0,41	0,71	1,29	4,03	0,00	0,00	0,00	3,61	1,04	0,50	0,28
$f_{H,m}$	1,00	1,00	1,00	1,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,34	1,00	1,00	1,00
Współczynnik wykorzystania zysków ciepła, $\eta_{H,gn}$	1,00	0,99	0,93	0,82	0,54	0,16	0,16	0,17	0,62	0,90	0,98	0,99
Miesięczne zapotrzebowanie na energię $Q_{H,nd,n}=Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} \cdot Q_{H,gn}$ kWh/m-c	3389 8,51	2928 4,06	1442 2,19	7249, 49	1146, 46	8,23	9,04	10,21	1499, 37	8779, 60	2100 8,62	3369 8,04
Całkowita ilość ciepła przeniesionego ze strefy ogrzewanej przez wentylację w miesiącu $Q_{v,e}=10^{-3} \cdot H_{ve} \cdot (\theta_i - \theta_e) \cdot t_m$ kWh/m-c	1531 7	1396 4	1071 4	8768	5393	1601	1654	1510	4523	7550	1113 4	1538 8
Całkowita ilość ciepła przeniesionego ze strefy ogrzewanej w miesiącu $Q_{ht}=Q_{tr} + Q_{v,e}$ kWh/m-c	4324 1	3942 3	3024 9	2475 4	1522 6	4519	4669	4263	1277 0	2131 6	3143 4	4344 4
Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową dla ogrzewania i wentylacji $Q_{H,nd}=\Sigma(Q_{H,nd,n})$, kWh/rok											151013,8	

Obliczenia pojemności cieplnej dla Strefa O2							
I. Przegrody zewnętrzne							
Nazwa przegrody	Symbol	Nazwa warstwy	c_p	ρ	d	A_{obl}	C_m
			J/(kg*K)	kg/m³	m	m²	kJ/K
Ściana zewnętrzna	SZ 1	Od strony wewnętrznej					
		Tynk lub gładź cementowo-wapienna	840	1850	0,015	168,6 8	3932
		Mur z Siporex na zaprawie cementowo-wapiennej 700	1000	700	0,085	168,6 8	10036
Całkowita pojemność cieplna przegrody $C_m=\sum_j\sum_i(c_{pij}*\rho_{ij}*d_{ij}*A_j)=$							13968

Podłoga na gruncie	PG 1-sala gimnastyczna	Od strony wewnętrznej					
		Wykładzina z PULASTIC 2000	1460	1300	0,011	287,2 0	5996
		Żelbet 2500	840	2500	0,089	287,2 0	53678
Całkowita pojemność cieplna przegrody $C_m = \sum_j \sum_i (c_{pij} \cdot \rho_{ij} \cdot d_{ij} \cdot A_{ij}) =$						59674	
Dach-sala gimnastyczna	Dach-sala gimnastyczna	Od strony wewnętrznej					
		Płyty z wełny mineralnej	630	13	0,100	287,2 0	235
		Całkowita pojemność cieplna przegrody $C_m = \sum_j \sum_i (c_{pij} \cdot \rho_{ij} \cdot d_{ij} \cdot A_{ij}) =$					

Zestawienie całkowitej pojemności cieplnej strefy		
Nazwa przegrody	Wartość	Jednostka
I. Przegrody zewnętrzne	73877366	J/K
Całkowita pojemność cieplna strefy $C_m =$	73877366	J/K

Obliczenia zbiorcze dla strefy Strefa O2												
Temperatura wewnętrzna strefy			θ_i	16,00		°C						
Pole powierzchni pomieszczeń o regulowanej temperaturze			A_f	287,2		m²						
Obciążenia cieplne pomieszczeń zyskami wewnętrznymi			q_{int}	3,2		W/m²						
Pojemność cieplna budynku			C_m	47388000		J/K						
Stała czasowa budynku			τ	26,1		h						
Udział granicznych potrzeb ciepła			$\gamma_{H,lim}$	1,4		-						
-			a_H	2,7		-						
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	-1,3	-1,5	5,1	7,4	12,5	17,7	17,7	17,9	13,5	9,5	4,0	-1,4
Liczba godzin w miesiącu t_m , h	744	672	744	720	744	720	744	744	720	744	720	744
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie $Q_{H,tr}=10^{-3} \cdot H_{tr} \cdot (\theta_i - \theta_e) \cdot t_m$ kWh/m-c	4451	4067	2805	2141	901	-423	-437	-489	623	1673	2988	4477
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 $Q_{H,ht}=Q_{H,tr}+Q_{H,zy}$ kWh/m-c	4451	4067	2805	2141	901	-423	-437	-489	623	1673	2988	4477
Miesięczne zyski ciepła od nasłonecznienia Q_{sol} , kWh/m-c	1193	1679	3375	4397	5339	5472	5575	4976	3507	2467	1737	1427
Miesięczne wewnętrzne zyski ciepła $Q_{int}=q_{int} \cdot 10^{-3} \cdot A_f \cdot t_m$ kWh/m-c	684	618	684	662	684	662	684	684	662	684	662	684

Miesięczne zyski ciepła $Q_{H,gn}=Q_{sol}+Q_{int}$ kWh/m-c	1876	2297	4059	5058	6023	6134	6258	5659	4169	3151	2399	2111
$\gamma_H=Q_{H,gn}/Q_{H,ht}$	0,29	0,39	0,99	1,62	4,58	-9,92	-9,79	-7,92	4,58	1,29	0,55	0,32
$\gamma_{H,1}$	0,31	0,34	0,69	1,30	3,10	0,00	0,00	0,00	2,94	0,92	0,44	0,31
$\gamma_{H,2}$	0,34	0,69	1,30	3,10	4,58	0,00	0,00	0,00	4,58	2,94	0,92	0,44
$f_{H,m}$	1,00	1,00	1,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,52	1,00	1,00
Współczynnik wykorzystania zysków ciepła, $\eta_{H,gn}$	0,98	0,95	0,74	0,54	0,22	-0,10	-0,10	-0,13	0,22	0,63	0,90	0,97
Miesięczne zapotrzebowanie na energię $Q_{H,nd,n}=Q_{H,ht} -$ $\eta_{H,gn} \cdot Q_{H,gn}$ kWh/m-c	4671, 42	3752, 38	1110, 57	384,1 9	16,05	0,00	0,00	0,00	11,05	445,8 7	2201, 12	4495, 57
Całkowita ilość ciepła przenoszonego ze strefy ogrzewanej przez wentylację w miesiącu $Q_{v,e}=10^{-3} \cdot H_{v,e} \cdot (\theta_i - \theta_e) \cdot t_M$ kWh/m-c	2051	1874	1293	987	415	-195	-202	-225	287	771	1377	2063
Całkowita ilość ciepła przenoszonego ze strefy ogrzewanej w miesiącu $Q_{ht}=Q_{tr}$ $+ Q_{v,e}$ kWh/m-c	6503	5942	4097	3128	1316	-618	-639	-714	909	2443	4365	6541
Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową dla ogrzewania i wentylacji $Q_{H,nd}=\Sigma(Q_{H,nd,n})$, kWh/rok											17088,2	

Zestawienie stref

Zestawienie stref					
Numer strefy	Nazwa strefy	A	V	t	Zapotrzebowanie na ciepło
-	-	m ²	m ³	°C	kWh/rok
1	Strefa O1	2078,71	6954,51	20,00	151013,81
1	Strefa O2	287,20	1964,45	16,00	17088,22
Całkowite zapotrzebowanie strefy		$Q_{H,nd}$ [kWh/rok]			168102,03

Załącznik nr 5 – Obliczenia cieplne dla budynku po termomodernizacji

Spis treści

1. Zestawienie obliczeniowych współczynników strat ciepła przez przenikanie
2. Zestawienie obliczeniowych strumieni powietrza
3. Obliczenia zysków ciepła od słońca
4. Obliczenia wewnętrznych zysków ciepła
5. Obliczenia pojemności cieplnej
6. Zestawienie stref

Zestawienie uproszczonych współ. strat ciepła

Zestawienie obliczeniowych współczynników strat ciepła przez przenikanie dla Strefa O1

Kod	Typ przegrody	Symbol	Nazwa	A	U	H _{tr,s}	H%
-	-	-	-	m ²	W/(m ² ·K)	W/K	%
1	Ściana zewnętrzna	SZ 1	Ściana zewnętrzna	1032,89	0,14	147,93	15,57
1	Drzwi zewnętrzne	DZ 1	Drzwi zewnętrzne	20,28	1,30	26,37	2,77
1	Okno zewnętrzne	OZ 1	Okno zewnętrzne	429,80	0,90	386,82	40,70
1	Podłoga na gruncie	PG 2-SP	Podłoga na gruncie	1256,74	2,20	159,53	16,79
1	Ściana wewnętrzna	SW - wiatrołap	Ściana wewnętrzna	18,47	0,31	4,62	0,49
1	Dach	Dach- część obniżona	Dach- część obniżona	415,68	0,15	61,60	6,48
1	Dach	Stropodach- szkoła część wyższa	Dach- szkoła część wyższa	821,97	0,20	163,50	17,20
Całkowity współczynnik strat ciepła przez przenikanie						H_{tr,s}	W/K
						950,36	

Zestawienie obliczeniowych współczynników strat ciepła przez przenikanie dla Strefa O2

Kod	Typ przegrody	Symbol	Nazwa	A	U	H _{tr,s}	H%
-	-	-	-	m ²	W/(m ² ·K)	W/K	%
1	Ściana zewnętrzna	SZ 1	Ściana zewnętrzna	168,68	0,14	24,16	12,83
1	Okno zewnętrzne	OZ 1	Okno zewnętrzne	93,60	0,90	84,24	44,73
1	Podłoga na gruncie	PG 1-sala	Podłoga na gruncie	287,20	2,02	24,28	12,90

		gimnasty czna					
1	Dach	Dach- sala gimnasty czna	Dach-sala gimnastyczna	287,20	0,19	55,63	29,54
Całkowity współczynnik strat ciepła przez przenikanie				$H_{tr,s}$	188,32	W/K	

Zestawienie obliczeniowych strumieni powietrza

Zestawienie obliczeniowych strumieni powietrza dla Strefa O1

Rodzaj budynku:					Oświata							
Wentylacja grawitacyjna												
Nazwa pomieszczenia/strefy	A _r	V	β	V _{ve,1}	b _{ve,1}	V _{ve,2}	b _{ve,2}	V _{ve,3}	b _{ve,3}	V _{ve,4}	b _{ve,4}	H _{ve}
	m ²	m ³	-	m ³ /h	-	m ³ /h	-	m ³ /h	-	m ³ /h	-	W/K
Strefa O1	2078,71	6954,51	0,20	4190,68	0,20	1390,90	0,20	838,14	0,80	1390,90	0,80	966,52

Zestawienie obliczeniowych strumieni powietrza dla Strefa O2

Rodzaj budynku:					Oświata							
Wentylacja mechaniczna nawiewno-wywiewna działająca okresowo												
Skuteczność odzysku ciepła z powietrza wywiewanego $\eta_{oc1,n}$											80,00	-
Skuteczność gruntowego wymiennika ciepła $\eta_{GWC,n}$											0,00	-
Łączna miesięczna skuteczność odzysku ciepła $\eta_{oc,n}=[1-(1- \eta_{oc1,n})\cdot(1- \eta_{GWC,n})]$											0,80	-
Nazwa pomieszczenia/strefy	A_r	V	β	$V_{ve,1}$	$b_{ve,1}$	$V_{ve,2}$	$b_{ve,2}$	$V_{ve,3}$	$b_{ve,3}$	$V_{ve,4}$	$b_{ve,4}$	H_{ve}
	m^2	m^3	-	m^3/h	-	m^3/h	-	m^3/h	-	m^3/h	-	W/K
Strefa O2	287,20	1964,45	0,20	1473,34	0,04	78,58	0,20	0,00	0,80	392,89	0,80	129,65

Obliczenia zysków ciepła od słońca

Obliczenia zysków ciepła od słońca dla Strefa O1													
Kod	Element					Symbol		Kierunek		A	Z	g	C
-	-					-		-		m^2	-	-	-
0	OZ 1-Okno zewnętrzne					OZ 1		SW		120,30	1,00	0,70	0,70
Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	-
I_{sol}	26,05	34,15	69,00	92,75	109,76	118,01	118,18	100,69	70,90	57,06	40,48	30,73	kWh/($m^2 \cdot m \cdot c$)
Q_{sol}	1535,	2013,	4067,	5467,	6469,	6956,	6966,	5935,	4179,	3363,	2386,	1811,	kWh/m-c

	39	04	46	04	79	04	24	08	46	28	00	26	
Kod	Element					Symbol		Kierunek		A	Z	g	C
-	-					-		-		m ²	-	-	-
1	OZ 1-Okno zewnętrzne					OZ 1		NW		124,4 5	1,00	0,70	0,70
Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	-
I _{sol}	18,46	23,45	50,33	69,52	93,40	110,3 9	110,1 9	87,31	58,11	35,46	21,17	18,94	kWh/(m ² ·m-c)
Q _{sol}	1125, 88	1430, 24	3069, 21	4239, 49	5695, 58	6731, 39	6719, 62	5323, 96	3543, 82	2162, 12	1291, 14	1154, 67	kWh/m-c

Kod	Element					Symbol		Kierunek		A	Z	g	C
-	-					-		-		m ²	-	-	-
2	OZ 1-Okno zewnętrzne					OZ 1		NE		156,9 0	1,00	0,70	0,70
Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	-
I _{sol}	18,46	23,49	51,05	70,62	98,75	109,8 6	112,3 5	90,94	59,88	35,28	21,17	18,94	kWh/(m ² ·m-c)
Q _{sol}	1419, 45	1806, 09	3924, 54	5429, 49	7591, 92	8446, 22	8637, 58	6991, 79	4603, 63	2712, 36	1627, 80	1455, 74	kWh/m-c

Kod	Element					Symbol		Kierunek		A	Z	g	C
-	-					-		-		m ²	-	-	-
3	OZ 1-Okno zewnętrzne					OZ 1		SE		28,15	1,00	0,70	0,70
Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	-
I _{sol}	26,00	36,61	73,59	95,86	116,4 1	119,3 2	121,5 5	108,4 9	76,47	53,80	37,88	31,11	kWh/(m ² ·m-c)
Q _{sol}	358,6 9	504,9 9	1015, 05	1322, 26	1605, 73	1645, 79	1676, 56	1496, 39	1054, 83	742,0 4	522,5 4	429,1 2	kWh/m-c

Obliczenia zysków ciepła od słońca dla Strefa O2

Kod	Element					Symbol		Kierunek		A	Z	g	C
-	-					-		-		m ²	-	-	-
0	OZ 1-Okno zewnętrzne					OZ 1		SE		93,60	1,00	0,70	0,70
Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	-
I _{sol}	26,00	36,61	73,59	95,86	116,4 1	119,3 2	121,5 5	108,4 9	76,47	53,80	37,88	31,11	kWh/(m ² ·m-c)
Q _{sol}	1192, 65	1679, 13	3375, 09	4396, 57	5339, 12	5472, 31	5574, 63	4975, 56	3507, 36	2467, 30	1737, 47	1426, 83	kWh/m-c

Obliczenia zysków wewnętrznych dla Strefa O1													
Metoda uproszczona													
Kod	Nazwa źródła/pomieszczenia						Af	Φ		Uwagi			
-	-						m²	W/m²		-			
1	Strefa O1						2078,7	3,2					
Całkowite obciążenie cieplne pomieszczeń zyskami wewnętrznymi Φ _{int} =											3,20		W/m²
Powierzchnia strefy o regulowanej temperaturze A _f =											2078,71		m²
miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	-
Q _{int}	4948,99	4470,06	4948,99	4789,35	4948,99	4789,35	4948,99	4948,99	4789,35	4948,99	4789,35	4948,99	kWh/m-c

Obliczenia zysków wewnętrznych dla Strefa O2													
Metoda uproszczona													
Kod	Nazwa źródła/pomieszczenia						Af	Φ		Uwagi			
-	-						m²	W/m²		-			
1	Strefa O2						287,2	3,2					
Całkowite obciążenie cieplne pomieszczeń zyskami wewnętrznymi Φ _{int} =											3,20	W/m²	
Powierzchnia strefy o regulowanej temperaturze A _r =											287,20	m²	
miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	-
Q _{int}	683,7 7	617,5 9	683,7 7	661,7 1	683,7 7	661,7 1	683,7 7	683,7 7	661,7 1	683,7 7	661,7 1	683,7 7	kWh/m-c

Obliczenia wewnętrznych zysków ciepła

Obliczenia zbiorcze dla strefy

Obliczenia pojemności cieplnej dla Strefa O1							
I. Przegrody zewnętrzne							
Nazwa przegrody	Symbol	Nazwa warstwy	c_p	ρ	d	A_{obl}	C_m
			J/(kg*K)	kg/m ³	m	m ²	kJ/K
Ściana zewnętrzna	SZ 1	Od strony wewnętrznej					
		Tynk lub gładź cementowo-wapienna	840	1850	0,015	1032,89	24077
		Mur z Siporex na zaprawie cementowo-wapiennej 700	1000	700	0,085	1032,89	61457
Całkowita pojemność cieplna przegrody $C_m=\sum_j(c_{pij}*\rho_{ij}*d_{ij}*A_{ij})=$							85534
Podłoga na gruncie	PG 2-SP	Od strony wewnętrznej					
		Wykładzina z PVC	1460	1300	0,002	1256,74	4771

		Żelbet 2500	840	2500	0,098	1256,74	258637
Całkowita pojemność cieplna przegrody $C_m = \sum_j \sum_i (c_{pij} \cdot \rho_{ij} \cdot d_{ij} \cdot A_j) =$							263408
Dach- część obniżona	Dach- część obniżona	Od strony wewnętrznej					
		Płyta gipsowo-kartonowa	1000	1000	0,050	415,68	20784
		Maty z wełny mineralnej	630	13	0,050	415,68	170
Całkowita pojemność cieplna przegrody $C_m = \sum_j \sum_i (c_{pij} \cdot \rho_{ij} \cdot d_{ij} \cdot A_j) =$							20954
Dach- szkoła część wyższa	Stropodach- szkoła część wyższa	Od strony wewnętrznej					
		Żelbet 2500	840	2500	0,100	821,97	172614
Całkowita pojemność cieplna przegrody $C_m = \sum_j \sum_i (c_{pij} \cdot \rho_{ij} \cdot d_{ij} \cdot A_j) =$							172614
II. Przegrody wewnętrzne sąsiadujące z innymi strefami							
Nazwa przegrody	Symbol	Nazwa warstwy	c_p	ρ	d	A_{obl}	C_m
			J/(kg*K)	kg/m³	m	m²	kJ/K
Ściana wewnętrzna	SW - wiatrołap	Od strony wewnętrznej					
		Tynk lub gładź cementowo-wapienna	840	1850	0,015	18,47	431
		Mur z Siporex na zaprawie cementowo-wapiennej 700	1000	700	0,085	18,47	1099
Całkowita pojemność cieplna przegrody $C_m = \sum_j \sum_i (c_{pij} \cdot \rho_{ij} \cdot d_{ij} \cdot A_j) =$							1529

Zestawienie całkowitej pojemności cieplnej strefy		
Nazwa przegrody	Wartość	Jednostka
I. Przegrody zewnętrzne	542509625	J/K
II. Przegrody wewnętrzne sąsiadujące z innymi strefami	1529484	J/K
Całkowita pojemność cieplna strefy $C_m =$	544039109	J/K

Obliczenia zbiorcze dla strefy Strefa O1												
Temperatura wewnętrzna strefy								θ_i	20,00	°C		
Pole powierzchni pomieszczeń o regulowanej temperaturze								A_r	2078,7	m²		
Obciążenia cieplne pomieszczeń zyskami wewnętrznymi								q_{int}	3,2	W/m²		
Pojemność cieplna budynku								C_m	342987150	J/K		
Stała czasowa budynku								τ	49,7	h		
Udział granicznych potrzeb ciepła								$\gamma_{H,lim}$	1,2	-		
-								a_H	4,3	-		
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	-1,3	-1,5	5,1	7,4	12,5	17,7	17,7	17,9	13,5	9,5	4,0	-1,4

Liczba godzin w miesiącu t_m , h	744	672	744	720	744	720	744	744	720	744	720	744
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie $Q_{H,tr}=10^{-3} \cdot H_{tr} \cdot (\theta_i - \theta_e) \cdot t_m$ kWh/m-c	1506 1	1373 1	1053 5	8622	5303	1574	1626	1485	4448	7424	1094 8	1513 1
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie z strefami ogrzewanymi $Q_{H,zy}=10^{-3} \cdot H_{zy} \cdot (\theta_i - \theta_{i,zy}) \cdot t_m$ 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 $Q_{H,ht}=Q_{H,tr}+Q_{H,zy}$ kWh/m-c	1506 1	1373 1	1053 5	8622	5303	1574	1626	1485	4448	7424	1094 8	1513 1
Miesięczne zyski ciepła od nasłonecznienia Q_{sol} , kWh/m-c	4439	5754	1207 6	1645 8	2136 3	2377 9	2400 0	1974 7	1338 2	8980	5827	4851
Miesięczne wewnętrzne zyski ciepła $Q_{int}=q_{int} \cdot 10^{-3} \cdot A \cdot t_m$ kWh/m-c	4949	4470	4949	4789	4949	4789	4949	4949	4789	4949	4789	4949
Miesięczne zyski ciepła $Q_{H,gn}=Q_{sol}+Q_{int}$ kWh/m-c	9388	1022 4	1702 5	2124 8	2631 2	2856 9	2894 9	2469 6	1817 1	1392 9	1061 7	9800
$\gamma_H=Q_{H,gn}/Q_{H,ht}$	0,31	0,37	0,80	1,22	2,46	9,00	8,83	8,25	2,03	0,93	0,48	0,32
$\gamma_{H,1}$	0,32	0,34	0,59	1,01	1,84	0,00	0,00	0,00	1,48	0,71	0,40	0,32
$\gamma_{H,2}$	0,34	0,59	1,01	1,84	5,73	0,00	0,00	0,00	5,14	1,48	0,71	0,40
$f_{H,m}$	1,00	1,00	1,00	0,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,78	1,00	1,00
Współczynnik wykorzystania zysków ciepła, $\eta_{H,gn}$	1,00	0,99	0,89	0,72	0,40	0,11	0,11	0,12	0,48	0,84	0,98	0,99
Miesięczne zapotrzebowanie na energię $Q_{H,nd,n}=Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} \cdot Q_{H,gn}$ kWh/m-c	2102 9,80	1755 8,76	6104, 57	2030, 76	131,8 3	0,22	0,24	0,29	221,4 7	3275, 00	1170 4,62	2076 9,66
Całkowita ilość ciepła przeniesionego ze strefy ogrzewanej przez wentylację w miesiącu $Q_{v,e}=10^{-3} \cdot H_{ve} \cdot (\theta_i - \theta_e) \cdot t_m$ kWh/m-c	1531 7	1396 4	1071 4	8768	5393	1601	1654	1510	4523	7550	1113 4	1538 8
Całkowita ilość ciepła przeniesionego ze strefy ogrzewanej w miesiącu $Q_{ht}=Q_{tr} + Q_{v,e}$ kWh/m-c	3037 7	2769 5	2125 0	1739 0	1069 6	3174	3280	2995	8971	1497 5	2208 2	3052 0
Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową dla ogrzewania i wentylacji $Q_{H,nd}=\Sigma(Q_{H,nd,n})$, kWh/rok											82827,2	

Obliczenia pojemności cieplnej dla Strefa O2							
I. Przegrody zewnętrzne							
Nazwa przegrody	Symbol	Nazwa warstwy	c_p	ρ	d	A_{obl}	C_m
			J/(kg*K)	kg/m ³	m	m ²	kJ/K
Ściana zewnętrzna	SZ 1	Od strony wewnętrznej					
		Tynk lub gładź cementowo-wapienna	840	1850	0,015	168,6 8	3932
		Mur z Siporex na zaprawie	1000	700	0,085	168,6	10036

		cementowo-wapiennej 700				8	
Całkowita pojemność cieplna przegrody $C_m=\sum_j\sum_i(c_{pij}\cdot\rho_{ij}\cdot d_{ij}\cdot A_i)=$							13968
Podłoga na gruncie	PG 1-sala gimnastyczna	Od strony wewnętrznej					
		Wykładzina z PULASTIC 2000	1460	1300	0,011	287,2 0	5996
		Żelbet 2500	840	2500	0,089	287,2 0	53678
Całkowita pojemność cieplna przegrody $C_m=\sum_j\sum_i(c_{pij}\cdot\rho_{ij}\cdot d_{ij}\cdot A_i)=$							59674
Dach-sala gimnastyczna	Dach-sala gimnastyczna	Od strony wewnętrznej					
		Płyty z wełny mineralnej	630	13	0,100	287,2 0	235
Całkowita pojemność cieplna przegrody $C_m=\sum_j\sum_i(c_{pij}\cdot\rho_{ij}\cdot d_{ij}\cdot A_i)=$							235

Zestawienie całkowitej pojemności cieplnej strefy		
Nazwa przegrody	Wartość	Jednostka
I. Przegrody zewnętrzne	73877366	J/K
Całkowita pojemność cieplna strefy $C_m =$	73877366	J/K

Obliczenia zbiorcze dla strefy Strefa O2												
Temperatura wewnętrzna strefy			θ_i	16,00	°C							
Pole powierzchni pomieszczeń o regulowanej temperaturze			A_r	287,2	m ²							
Obciążenia cieplne pomieszczeń zyskami wewnętrznymi			q_{int}	3,2	W/m							
Pojemność cieplna budynku			C_m	47388000	J/K							
Stała czasowa budynku			τ	41,4	h							
Udział granicznych potrzeb ciepła			$\gamma_{H,lim}$	1,3	-							
-			a_H	3,8	-							
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	-1,3	-1,5	5,1	7,4	12,5	17,7	17,7	17,9	13,5	9,5	4,0	-1,4
Liczba godzin w miesiącu t_m , h	744	672	744	720	744	720	744	744	720	744	720	744
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie $Q_{H,tr}=10^{-3} \cdot H_{tr} \cdot (\theta_i - \theta_e) \cdot t_m$ kWh/m-c	2424	2215	1527	1166	490	-230	-238	-266	339	911	1627	2438
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 $Q_{H,ht}=Q_{H,tr}+Q_{H,zy}$ kWh/m-c	2424	2215	1527	1166	490	-230	-238	-266	339	911	1627	2438
Miesięczne zyski ciepła od nasłonecznienia Q_{sol} , kWh/m-c	1193	1679	3375	4397	5339	5472	5575	4976	3507	2467	1737	1427

Miesięczne wewnętrzne zyski ciepła $Q_{\text{int}} = q_{\text{int}} \cdot 10^{-3} \cdot A_r \cdot t_m$ kWh/m-c	684	618	684	662	684	662	684	684	662	684	662	684
Miesięczne zyski ciepła $Q_{H,gn} = Q_{\text{sol}} + Q_{\text{int}}$ kWh/m-c	1876	2297	4059	5058	6023	6134	6258	5659	4169	3151	2399	2111
$\gamma_H = Q_{H,gn} / Q_{H,ht}$	0,46	0,61	1,57	2,57	7,27	15,76	15,56	12,59	7,28	2,05	0,87	0,51
$\gamma_{H,1}$	0,49	0,54	1,09	2,07	4,92	0,00	0,00	0,00	4,67	1,46	0,69	0,49
$\gamma_{H,2}$	0,54	1,09	2,07	4,92	7,27	0,00	0,00	0,00	7,28	4,67	1,46	0,69
$f_{H,m}$	1,00	1,00	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,83	1,00
Współczynnik wykorzystania zysków ciepła, $\eta_{H,gn}$	0,97	0,93	0,59	0,38	0,14	-0,06	-0,06	-0,08	0,14	0,47	0,84	0,96
Miesięczne zapotrzebowanie na energię $Q_{H,nd,n} = Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} \cdot Q_{H,gn}$ kWh/m-c	2271,74	1599,81	193,11	35,01	0,41	0,00	0,00	0,00	0,28	54,85	732,40	2092,78
Całkowita ilość ciepła przenieszonego ze strefy ogrzewanej przez wentylację w miesiącu $Q_{v,e} = 10^{-3} \cdot H_{ve} \cdot (\theta_i - \theta_e) \cdot t_M$ kWh/m-c	1669	1525	1051	803	338	-159	-164	-183	233	627	1120	1678
Całkowita ilość ciepła przenieszonego ze strefy ogrzewanej w miesiącu $Q_{ht} = Q_{tr} + Q_{v,e}$ kWh/m-c	4093	3739	2579	1969	828	-389	-402	-449	572	1538	2747	4116
Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową dla ogrzewania i wentylacji $Q_{H,nd} = \Sigma(Q_{H,nd,n})$, kWh/rok											6980,4	

Zestawienie stref

Zestawienie stref					
Numer strefy	Nazwa strefy	A	V	t	Zapotrzebowanie na ciepło
-	-	m ²	m ³	°C	kWh/rok
1	Strefa O1	2078,71	6954,51	20,00	82827,23
1	Strefa O2	287,20	1964,45	16,00	6980,39
Całkowite zapotrzebowanie strefy $Q_{H,nd}$ [kWh/rok]					89807,62

Załącznik nr 6 - Audyt oświetlenia

9. OBLICZENIA ZAOSZCZĘDZONEJ ENERGII ELEKTRYCZNEJ - MODERNIZACJA SYSTEMU OŚWIETLENIA

Rozpatrywane są dwa warianty modernizacji systemu oświetlenia: system świetlówkowy i system za pomocą LED. Oszczędności zużycia energii elektrycznej dla źródeł światła po modernizacji obliczane są przy założeniu, że natężenie oświetlenia powierzchni mierzone w luksach spełnia wymagania PN-EN 12464-1:2012

Dane do oceny - stan istniejący

- powierzchnia pomieszczeń wyposażonych w system wbudowanej instalacji oświetlenia $A_L = 2383,89 \text{ m}^2$

- system oświetlenia wbudowanego: na podstawie inwentaryzacji, danych od inwestora oraz stwierdzonego braku części opraw na budynku przyjęto wskaźniki jak dla budynków referencyjnych o tej samej funkcji oraz sposobie użytkowania. W budynku zastosowano oprawy żarowe oraz świetlówkowe.

		Jednostki	Stan istniejący	System oświetlenia po modernizacji	
				świetlówkowy	LED
1.	Moc jednostkowa opraw oświetlenia podstawowego w budynku P_N	W/m ²	12,42		5,66
2.	Czas użytkowania oświetlenia podstawowego w ciągu dnia t_D	h	1800		1800
3.	Czas użytkowania oświetlenia podstawowego w ciągu nocy t_N	h	200		200
4.	Współczynnik uwzględniający obniżenie natężenie oświetlenia do poziomu wymaganego F_c	----	1		1
5.	Współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników w miejscu pracy F_o	----	1		1
6.	Współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego F_D	----	1		1
7.	Liczbowy wskaźnik energii oświetlenia $LENI$	kWh/m ² rok	25,48		12,32
8.	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku dla wbudowanej instalacji oświetleniowej $Q_{KL} = A_L \cdot LENI$	kWh/rok	58368		26982
09.	Roczne oszczędności energii końcowej po modernizacji systemu oświetlenia ΔQ_{KL}	kWh/rok	-----		31386
10.	Jednostkowe opłaty za energię elektryczną C_{jed}	zł/kWh	0,48		0,48
11.	Roczne koszty zużycia energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia wbudowanego K	zł/rok	28016,64		12951,36
12.	Roczne oszczędności kosztów zużycia energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia ΔQ_K	zł/rok	-----		15065,28
13.	Koszt modernizacji systemu oświetlenia N_U	zł	-----		246615
14.	Prosty czas zwrotu SPBT	lat	----		16,37

Dodatkowe informacje:

Ze względu, iż system oświetlenia oparty jest w znacznym stopniu o oprawy świetlówkowe analizowany jest tylko wariant z oprawami LED