

Audyt energetyczny budynku

dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

przewidzianego do realizacji w trybie Ustawy z dnia 21 listopada 2008 r. (z późn. zm.)

Audyt wykonany zgodnie z Warunkami Technicznymi na 2021 r.



Adres budynku :

ulica : [Nadodrzańska](#)

Nr : [6](#)

kod : [69-100](#) miejscowość : [Słubice](#)

powiat : [słubicki](#)

województwo : [lubuskie](#)

Wykonawca audytu :

Imię i nazwisko : [Ewa Teślak](#)

Tytuł zawodowy : [dr inż.](#)

Nr opracowania : [026-2021](#)

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku				
1.1 Dane identyfikacyjne budynku :				
1.	Rodzaj budynku	szpitalny	2. Rok ukończenia budowy	1964
3.	Właściciel lub zarządca (nazwa lub imię i nazwisko, adres)	NZOZ Szpital powiatowy im. Prof.. Z.Religi w Słubicach ul. Nadodrzańska 6 kod 69-100 Słubice	4. Adres budynku	ul. Nadodrzańska 6 kod 69-100 Słubice powiat : słubicki województwo: lubuskie
1.2 Dane firmy wykonującej audyt :				
1.	Nazwa	ET-EnergoAudyt Ewa Teślak		
2.	Nr REGON	300715327		
3.	Adres	ul. Bernardyńska 2; 64-000 Kościan		
1.3 Dane audytora koordynującego wykonanie audytu :				
1.	Imię i nazwisko	Ewa Teślak		
2.	Nr PESEL	78062617883		
3.	Adres	ul. Sienkiewicza 9/3, 64-000 Kościan		
4.	Posiadane kwalifikacje	kurs audytingu termomodernizacyjnego Kurs nr KAPE/2007/231 świadectwo nr Kovex/2007/9039, uprawnienia do sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej nr MI/ŚE/890/2009, audytor zweryfikowany ZAE nr 1288		
5.	Podpis			
1.4 Dane współautorów wykonanego audytu :				
LP.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowywaniu audytu energetycznego	Posiadane kwalifikacje (w tym ew. uprawnienia)	
1.	mgr inż. Karolina Skoracka	obliczenia bilansu ciepłego	projektant branży sanitarnej	
1.5	Miejscowość :	Kościan	Data wykonania audytu :	2021 czerwiec 09
1.6 Spis treści :				
1.	Strony tytułowe		str. 1	
2.	Karta audytu energetycznego		str. 3	
3.	Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budynku		str. 5	
4.	Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku		str. 5	
5.	Ocena stanu technicznego budynku		str. 8	
6.	Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych		str. 9	
7.	Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego		str. 10	
8.	Wybór wariantu optymalnego		str. 23	
9.	Opis wariantu optymalnego		str. 27	
10.	Załączniki			

2. Karta audytu energetycznego budynku ¹⁾			
2.1 Dane ogólne			
1.	Konstrukcja / technologia budynku	tradycyjna	tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji	4	4
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	16 795	16 795
4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m ²]	5 340,2	5 340,2
5.	Powierzchnia użytkowa lokali mieszkalnych [m ²]	0,0	0,0
6.	Udział powierzchni użytkowej mieszkalnej w całkowitej powierzchni użytkowej budynku [m ²]	0,0	0,0
7.	Liczba mieszkań	n/d	n/d
8.	Liczba osób użytkujących budynek	200	200
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	centralnie w węźle cieplnym	pompa ciepła/węzeł cieplny
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	węzeł cieplny	pompa ciepła/węzeł cieplny
11.	Współczynnik kształtu A / V [1/m]	0,33	0,33
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2.2 Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane U [W/m²·K]		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Ściany zewnętrzne sutereny	0,878	0,188
2.	Ściany zewnętrzne	1,170	0,185
3.	Ściany zewn. Ocieplone	0,300	0,194
4.	Stropodach	2,048	0,147
5.	Stropodach pom. tech.	2,060	0,555
6.	Okna	1,800	0,900
7.	Luksfery	2,800	0,900
8.	Drzwi zewnętrzne	2,000	1,300
9.	Okna po wymianie	1,400	1,400
2.3 Sprawności składowe systemu ogrzewania			
1.	Sprawność wytwarzania	0,95	1,61
2.	Sprawność przesyłania	0,90	0,90
3.	Sprawność akumulacji	1,00	0,90
4.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,77	0,88
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w ciągu tygodnia	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w okresie doby	1,00	0,95
2.4 Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania	0,93	0,93
2.	Sprawność przesyłania	0,50	0,60
3.	Sprawność wykorzystania	1,00	1,00
3.	Sprawność magazynowania	0,70	0,85

2.5 Charakterystyka systemu wentylacji				
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna	naturalna	
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	przez częste przewietrzanie pomieszczeń do pionów wentylacyjnych /wentylacja mechaniczna na wybranych oddziałach	nawiewniki okienne do pionów wentylacyjnych /wentylacja mechaniczna na wybranych oddziałach	
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	15 238	13 715	
4.	Liczba wymian [1/h]	1,0	0,8	
2.6 Charakterystyka energetyczna budynku				
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	531,6	300,4	
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania c.w.u. [kW]	91,4	91,4	
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględnienia sprawności sytemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]	3 849,6	1 780,8	
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności sytemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]	5 850,4	1 473,7	
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania c.w.u. [GJ/rok]	1 451,2	591,2	
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	5 999	-	
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie c.w.u. służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła [GJ/rok]	-	-	
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności sytemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	200,40	92,71	
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności sytemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	304,56	76,72	
10.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00%	24,10%	
2.7 Oplaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)				
1.	Cena za 1GJ na ogrzewanie ²⁾ [zł]	59,30	66,78	
2.	Oplata za 1MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ³⁾ [zł]	11 865,13	11 865,13	
3.	Oplata za podgrzanie 1 m ³ wody użytkowej ²⁾ [zł]	47,10	28,72	
4.	Oplata za 1MW mocy zamówionej na pogrzenie cwu na miesiąc ³⁾ [zł]	11 865,13	11 865,13	
5.	Oplata za ogrzanie 1 m ² powierzchni użytkowej miesięcznie [zł]	6,59	2,20	
6.	Inne opłaty (np. abonament miesięczny) [zł]	0,00	0,00	
2.8 Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego				
1.	Planowana kwota kredytu [zł]	6 410 629	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	71,7%
2.	Planowane koszty całkowite [zł]	6 410 629	Premia termomodernizacyjna [zł]	1 025 701
3.	Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	270 565		270 565

2.9	Inne
1.	Wraz z realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w budynku ZOSTANIE/ NIE-ZOSTANIE5) zainstalowana mikroinstalacja odnawialnego źródła energii o mocy maksymalnej 50 kW
2.	Z audytu energetycznego WYNIKA/ NIE-WYNIKA5) , że po zrealizowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego elementy budynku poddane temu przedsięwzięciu termomodernizacyjnemu będą spełniać stosowane od dnia 31 grudnia 2020 r. wymagania o których mowa w art. 5a ust 2 ustawy
3.	<p>1) - dla budynku o mieszanej funkcji należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku</p> <p>2) Uoze [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla sytemu przygotowania ciepłej wody użytkowej.</p> <p>3) - opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii</p> <p>4) - stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii</p> <p>5) - niepotrzebne skreślić</p>

3.	Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora
3.1	Dokumentacja projektowa :
	<ul style="list-style-type: none"> inwentaryzacja budynku sporządzona przez mgr inż. arch Tomasza Drożdżyńskiego w 2011 roku obmiary własne sporządzone do wykonania audytu
3.2	Inne dokumenty :
	<ul style="list-style-type: none"> rachunki za zużycie energii elektrycznej i ciepłej projekt rozbudowy Szpitala
3.3	Osoby udzielające informacji :
	<ul style="list-style-type: none"> Tomasz Żywicki Marzena Słodownik
3.4	Data wizji lokalnej :
	<ul style="list-style-type: none"> 25.05.2021
3.5	Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora :
	<ul style="list-style-type: none"> obniżenie kosztów ogrzewania budynku, zastosowanie alternatywnych źródeł ciepła - wyeliminowanie kotła olejowego z systemu ogrzewania
3.6	Zadeklarowany maksymalny wkład własny na pokrycie kosztów termomodernizacji
	<ul style="list-style-type: none"> wkład własny Inwestora nie powinien przekraczać sumy : 0 zł

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku	
4.1	Ogólne dane o budynku

Identyfikator budynku	Szpital im. prof. Z.Religi w Słubicach
Przeznaczenie budynku	<input type="checkbox"/> mieszkalny <input type="checkbox"/> mieszkalno-usługowy <input checked="" type="checkbox"/> inna - określić: szpitalny
Adres	69-100 Słubice, ul. Nadodrzańska Nr 6
Budynnek	<input checked="" type="checkbox"/> wolnostojący <input type="checkbox"/> bliźniak <input type="checkbox"/> segment o zabudowie szeregowej <input type="checkbox"/> blok mieszkalny - wielorodzinny

Rok budowy	1964	Rok zasiedlenia	1964
Technologia budynku	<input type="checkbox"/> UW-2Ż - Cegła żerańska <input type="checkbox"/> RWB <input type="checkbox"/> BKS <input type="checkbox"/> RBM-73 <input type="checkbox"/> RWP-75 <input type="checkbox"/> PBU-59 <input type="checkbox"/> PBU-62 <input type="checkbox"/> UW 2-J <input type="checkbox"/> WUF-62 <input type="checkbox"/> WUF-T <input type="checkbox"/> OWT-67 <input type="checkbox"/> OWT-75 <input type="checkbox"/> "Szczecin" <input type="checkbox"/> W-70 <input type="checkbox"/> WK-70 <input type="checkbox"/> SBM-75 <input type="checkbox"/> ZSBO <input type="checkbox"/> "Stolica" <input type="checkbox"/> monolit <input checked="" type="checkbox"/> tradycyjna <input type="checkbox"/> ramowa <input type="checkbox"/> szkieletowa <input type="checkbox"/> inna - określić:		

1. Powierzchnia zabudowana ¹⁾ [m ²]	1 510,50	11. Liczba klatek schodowych	4
2. Kubatura budynku ²⁾ [m ³]	17 066	12. Liczba kondygnacji	4
3. Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, szybów, wind, otwartych wnęk, logii i galerii [m ³]	16 795	13. Wysokość kondygnacji w świetle (średnio) [m]	3,15
4. Powierzchnia użytkowa ¹⁾ [m ²]	5 340,2	14. Liczba użytkowników	200
5. Powierzchnia korytarzy [m ²]	0,0	15. Liczba pomieszczeń	n/d
6. Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym ³⁾ [m ²]	-	16. Liczba pomieszczeń o powierzchni < 50 m ²	n/d
7. Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy ³⁾ [m ²]	-	17. Liczba pomieszczeń o pow. 50 - 100 m ²	n/d
8. Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (usługi, sklepy, itp..) [m ²]	-	18. Liczba pomieszczeń o pow. > 100 m ²	n/d
9. Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku (4+5+6+7+8) [m ²]	5 340,2	19. Liczba pomieszczeń z WC w łazience	n/d
10. Budynek podpiwniczony	TAK	20. Liczba pomieszczeń z WC osobno	n/d

¹⁾ wg PN-70/B-02365 Powierzchnia budynków. Podział, określenia i zasady obmiaru.

²⁾ wg PN-69/B-02360 Kubatura budynków. Zasady obliczania.

³⁾ w uwagach należy podać przeznaczenie pomieszczeń.

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku	
4.2 Opis techniczny podstawowych elementów budynku	
1.	Dane ogólne: Budynek wzniesiono w połowie lat 60 -tych XX wieku w formie prostopadłościanu. Obiekt posiada trzy kondygnacje nadziemne i jest całkowicie podpiwniczony. Budynek kryty stropodachem płaskim wentylowanym. Od czasu wzniesienia obiektu, budynek podlegał drobnym modyfikacjom. Obecnie trwa rozbudowa Szpitala - od strony zachodniej powstaje nowy oddział ratunkowy, dlatego też ściana zewnętrzna, przy której powstaje nowy oddział nie jest przedmiotem modernizacji. Wyłącza się również z opracowania oddział ratunkowy w zakresie modernizacji systemów branży sanitarnej.
2.	Ściany zewnętrzne: murowane z cegły pełnej, o różnej grubości od 25 cm do 57 cm.
3.	Ściany wewnętrzne: murowane z cegły pełnej, cegły dziurawki lub siporexu.
4.	Stropodach: wentylowany wykonany z prefabrykowanych płyt panwiowych opartych na prefabrykowanych ściankach kolankowych. Strop stanowi płyta stropowa typu DZ - 3.
5.	Stołarka okienna: W budynku występuje stolarka okienna z lat 90-tych, na profilach pcv - okna o średnim współczynniku przenikania ciepła $U=1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$. W poziomie I piętra - oddział internistyczny - stolarka okienna wymieniona na nową o średnim szacowanym współczynniku $U=1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$. Drzwi zewnętrzne pcv o współczynniku $U = 2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$, w pomieszczeniach pomocniczych występują drzwi stalowe o współczynniku $U=2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$.
6.	Wentylacja: większość oddziałów posiada tylko wentylację naturalną. Napływ świeżego powietrza przez częste przewietrzanie pomieszczeń. Usuwanie zużytego powietrza kanałami wentylacyjnymi zgodnie z typowymi rozwiązaniami konstrukcyjnymi. Wentylacja mechaniczna nawiewno-wywiewna występuje tylko na bloku operacyjnym i na oddziale ratownictwa medycznego.
7.	Zasilanie ciepłem: Głównym źródłem ciepła w budynku jest węzeł cieplny wymiennikowy zasilany z miejskiej sieci ciepłowniczej. Węzeł cieplny jest własnością sprzedawcy ciepła. Drugim, alternatywnym źródłem ciepła dla Szpitala jest kocioł na olej opałowy (użytkowany tylko na wypadek awarii węzła).
8.	Ogrzewanie: instalacja centralnego ogrzewania z rur stalowych prowadzona po wierzchu ścian lub w zabudowie. Instalacja zakończona grzejnikami żeliwnymi lub płytowymi stalowymi (występującymi w zdecydowanej mniejszości) z zaworami regulacyjnymi typu zamknij/otwórz, nieliczne zawory termostacyjne wyeksploatowane.
9.	Ciepła woda użytkowa: wytwarzana wraz z c.o. instalacja stara z rur stalowych, wyeksploatowana.

4.2.1 Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych									
Lp.	Opis	Położenie	Pow. całk. m ²	Pow. do obl. strat ciepła m ²	U _k W/(m ² ·K)	Pow. okna m ²	U okna W/(m ² ·K)	Pow. drzwi m ²	U drzwi W/(m ² ·K)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Ściany zewnętrzne sutereny	-	859,0	788,9	0,878				
2.	Ściany zewnętrzne	-	2 153,7	1 953,2	1,170				
3.	Ściany zewn. Ocieplone	-	145,2	133,5	0,300				
4.	Stropodach	-	1 656,0	1 656,0	2,048				
5.	Stropodach pom. tech.	-	59,1	59,1	2,060				
6.	Okna	-				833,0	1,80		
7.	Luksfery	-				7,7	2,80		
8.	Drzwi zewnętrzne	-						32,9	2,00
9.	Okna po wymianie	-				136,3	1,40		

4.3 Charakterystyka energetyczna budynku			
Lp.	Rodzaj danych	Oznaczenie	Dane w stanie istniejącym
1	2	3	4
1.	Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.o.)	q_{moc}	531,6 kW
2.	Zamówiona moc cieplna (moc kotła dla c.o.)	q	531,6 kW
3.	Zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.w.u.	q_{cw}	91,4 kW
4.	Zamówiona moc cieplna (moc kotła dla c.w.u.)	$q_{cw \text{ zamów.}}$	91,4 kW
5.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	Q_H	3 849,6 GJ
6.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło	$E = Q_H / A$	200,4 kWh/m ² a
7.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	Q_S	5 850,43 GJ
Taryfa opłat (z VAT-em) :			
8.	Opłata stała (za moc zamówioną + za przesył)	miesięcznie	11 865,13 zł/MW
9.	Opłata zmienna (za ciepło + za przesył)	wg licznika	59,30 zł/GJ
10.	Opłata abonamentowa	miesięcznie	zł/(m-c)

4.4 Charakterystyka systemu ogrzewania		
Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	2	3
1.	Typ instalacji	ciepło dostarczane z wymiennikowego węzła cieplnego zasilanego z sieci miejskiej
2.	Parametry pracy instalacji	90/70 °C
3.	Przewody w instalacji	stalowe, przewody rozprowadzające bez izolacji cieplnej (w pomieszczeniach technicznych izolacja przewodów starego typu - otulina z wełny mineralnej zabezpieczona gipsem), prowadzone po wierzchu ścian lub w zabudowie.
4.	Rodzaje grzejników	Żeliwne i stalowe płytowe
5.	Oslonięcie grzejników	występuje tam gdzie wymagane przepisami
6.	Zawory termostatyczne	brak lub niesprawne
7.	Sprawności składowe systemu grzewczego	$\eta_g = 0,95$; $\eta_d = 0,90$; $\eta_s = 1,00$; $\eta_e = 0,77$;
8.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu / liczba godzin na dobę.	7 / 16 $w_t = 1$ $w_d = 1$
9.	Modernizacja instalacji po 1984 r.	wykonywano bieżące prace remontowe, częściowo wymieniono grzejniki - najczęściej w trakcie innych prac remontowych na danym oddziale

4.5 Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej		
Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	2	3
1.	Rodzaj instalacji	wytwarzanie c.w.u. wraz z c.o.
2.	Piony i ich izolacja	piony stalowe w zabudowie, wyeksploatowane
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	nie dotyczy
4.	Zużycie ciepłej wody w m ³ /(m-c) określone na podstawie	211,17 wg zakładanego zużycia c.w.u. w budynkach szpitalnych

4.6 Charakterystyka systemu wentylacji		
Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	2	3
1.	Rodzaj instalacji	naturalna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego w m ³ /h	15 238

4.7 Charakterystyka węzła cieplnego lub kotłowni w budynku	
Węzeł cieplny wymiennikowy zasilany z sieci miejskiej /źródło alternatywne - kotłownia olejowa	

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku		
5.1 Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku		
1.	Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest zadowalający pozwalający na prowadzenie prac termomodernizacyjnych. Przegrody zewnętrzne - ściany i stropodachy nie spełniają obowiązujących obecnie warunków ochrony termicznej. Stolarka okienna i drzwiowa wyeksploatowana.	
2.	Budynek nie spełnia wymagań dotyczących maksymalnej wartości wskaźnika $E_0 = 84,7 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$ sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania w standardowym sezonie grzewczym, gdyż przegrody zewnętrzne mają niską izolacyjność termiczną. ($E = 200,4 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$)	
5.2 System grzewczy		
Instalacja wewnętrzna posiada szereg wad wynikających z przestarzałych rozwiązań technicznych oraz z długoletniego użytkowania. W szczególności :		
<ul style="list-style-type: none"> • niskosprawne źródło ciepła (źródło alternatywne) •• instalacja stalowa skorodowana, ••• grzejniki żeliwne, bez zaworów termostatycznych, o dużej bezwładności cieplnej 		
5.3 System zaopatrzenia w c.w.u.		
Instalacja c.w.u. zasilana z węzła cieplnego . Instalacja stara, skorodowana.		
5.4 Ocena stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy		
Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1.	Przegrody zewnętrzne Przegrody zewnętrzne mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła $U \text{ [W/m}^2\text{K]}$ - Ściany zewnętrzne sutereny $U = 0,88$ - Ściany zewnętrzne $U = 1,17$ - Ściany zewn. Ocieplone $U = 0,30$ - Stropodach $U = 2,05$ - Stropodach pom. tech. $U = 2,06$	Należy docieplić przegrody zewnętrzne i zapewnić obecnie wymagany opór cieplny $R \text{ w [m}^2 \cdot \text{K/W]}$ - dla ścian $R \geq 5$ - dla ścian $R \geq 5$ - dla ścian $R \geq 5$ - dla dachu $R \geq 6,67$ - dla dachu tem <8C $R \geq 1,43$
2.	Okna o współczynniku $U = 1,80$ Drzwi zewn. o współczynniku $U = 2,00$	Pożądana wymiana okien na bardziej szczelne o współczynniku $U \leq 0,9$ oraz drzwi o współczynniku $U \leq 1,3$.
3.	Wentylacja naturalna Nie stwierdza się zbyt małego przewietrzania.	Możliwe obniżenie zużycia ciepła przez wprowadzenie wentylacji kontrolowanej z zastosowaniem nawiewników lub wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z rekuperacją.
4.	Instalacja ciepłej wody użytkowej C.w.u. przygotowywana wraz z c.o.	Wykonanie nowej instalacji ciepłej wody użytkowej wraz z cyrkulacją oraz wprowadzenie zasobników c.w.u. ładowanych z nowego źródła ciepła i/lub węzła cieplnego. Przewiduje się wyposażenie instalacji cyrkulacji w zawory termostatyczne z automatyczną dezynfekcją termiczną MTCV.
5.	System grzewczy Niskosprawne źródła ciepła, brak regulacji i możliwości sterowania systemem c.o.	Możliwe oszczędności: - poprawy sprawności wytwarzania przez zamontowanie wysokosprawnego źródła ciepła współpracującego z istniejącym węzłem cieplnym -poprawy sprawności przesyłu i wykorzystania przez kompleksową wymianę instalacji c.o.

6. Wykaz rodzajów usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego.		
Lp.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne	Ocieplenie ścian zewnętrznych metodą BSO styropianem.
2.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez stropodach	Ocieplenie stropodachu wentylowanego metodą wdmuchiwania granulatu. Ocieplenie stropodachów nad pom. technicznymi styropapą.
3.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez podłogę na gruncie	ocieplenie podłogi styropianem
4.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez okna oraz zmniejszenie strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Wprowadzenie nawiewników, wymiana okien i drzwi i/ lub wprowadzenie wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła.
5.	Zmniejszenie strat na podgrzewanie ciepłej wody użytkowej	Kompleksowa modernizacja instalacji c.w.u., zmiana sposobu wytwarzania c.w.u.
6.	Podwyższenie sprawności instalacji c.o.	Wprowadzenie wysokosprawnego źródła ciepła - pompy ciepła wraz z kompleksową modernizacją instalacji c.o. Energia na potrzeby zasialnaia pompy ciepłą częściowo będzie wytwarzana z instalacji fotowoltaicznej.

7.1 Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
7.1. Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło oraz zwiększenia sprawności układu zasilania ciepła			
Lp.	Grupa usprawnień	Rodzaje usprawnień	
1	2	3	
I	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przegrody budowlane	Ocieplenie : - Ściany zewnętrzne sutereny	P01
		Ocieplenie : - Ściany zewnętrzne	P02
		Ocieplenie : - Ściany zewn. Ocieplone	P03
		Ocieplenie : - Stropodach	P04
		Ocieplenie : - Stropodach pom. tech.	P05
II	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez okna oraz zmniejszenia strat na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana : - Okna	O01
		Wymiana : - Drzwi zewnętrzne	O01
III	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia zapotrzebowania ciepła do przygotowania c.w.u. oraz zwiększenia sprawności jego użytkowania.	Modernizacja układu c.w.u.	CW1
IV	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia zapotrzebowania ciepła układu c.o. oraz zwiększenia jego sprawności.	Wprowadzenie źródła ciepła w postaci pompy ciepła typu powietrze/woda zasilanej elektrycznie, wymiana instalacji c.o. wraz z grzejnikami i zastosowaniem zaworów termostatycznych	CO1
		Wprowadzenie źródła ciepła w postaci pompy ciepła typu woda/grunt zasilaną elektrycznie, wymiana instalacji c.o. wraz z grzejnikami i zastosowaniem zaworów termostatycznych	CO2

7.2. Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło				
<p>W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się :</p> <ol style="list-style-type: none"> Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne; Oceny opłacalności i wybór optymalnego przedsięwzięcia polegającego na wymianie lub modernizacji okien lub/i drzwi oraz prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania powietrza wentylacyjnego; Oceny opłacalności i wybór optymalnego przedsięwzięcia dotyczącego zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło do przygotowania ciepłej wody użytkowej; Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie. <p>W obliczeniach przyjęto następujące dane:</p>				
Lp.	Wyszczególnienie	W stanie istniejącym	Po termo-modernizacji	Jednostki miary
1	2	3	4	5
Dla przegród zewnętrznych				
1.	t_{w0}	+20	bez zmian	°C
2.	t_{z0}	-18	b.z.	°C
3.	Sd	3 478,7	b.z.	dzień·K/rok
Dla poddasza nieogrzewanego				
4.	t_{w0}	+20	b.z.	°C
5.	t_{z0}	-18	b.z.	°C
6.	Sd	3 478,7	b.z.	dzień·K/rok
Dla stropu nad nie ogrzewaną piwnicą				
7.	t_{w0}	+20	b.z.	°C
8.	t_{z0}	6	b.z.	°C
9.	Sd	2 885,6	b.z.	dzień·K/rok
Opłaty za ciepło na cele grzewcze				
10.	Stała O_{m0}, O_{m1}	11 865,13	11 865,13	zł/(MW·m-c)
11.	Zmienna O_{z0}, O_{z1}	59,30	66,78	zł/GJ
	Abonament A_{b0}, A_{b1}	0,00	0,00	zł/(m-c)
Opłaty za ogrzewanie c.w.u.				
12.	Stała O_{0m}, O_{1m}	11 865,13	11 865,13	zł/(MW·m-c)
13.	Zmienna O_{0z}, O_{1z}	59,30	66,78	zł/GJ
13.	Abonament A_{0b}, A_{1b}	0,00	0,00	zł/(m-c)
<p>Uwagi :</p> <p>Ceny ciepła ustalono na podstawie faktur za ciepło SEC Regin Szczecin taryfa SB-A2.</p>				

7.2.1 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		Przegroda		1					
		Ściany zewnętrzne sutereny							
Dane:		powierzchnia przegrody do obliczenia strat	A =	788,94	m ²				
		powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia	A _{koszt} =	858,98	m ²				
		obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	t _{w0} =	20,0	°C				
		obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	t _{z0} =	-18,0	°C				
		liczba stopniodni dla wybranej przegrody	Sd =	3 478,7	dzień·K/rok				
Opłaty:		stała :		zmienna :		abonament :			
c.o.	O _{m0} =	11 865,1	zł/MW	O _{z0} =	59,30	zł/GJ	A _{b0} =	0,00	zł/(m·c)
	O _{m1} =	11 865,1	zł/MW	O _{z1} =	59,30	zł/GJ	A _{b1} =	0,00	zł/(m·c)
Opis wariantów usprawnienia :									
Przewiduje się ocieplenie ścian sutereny styropianem ekstrudowanym									
o współczynniku $\lambda = 0,036 \text{ W/m}\cdot\text{K}$.									
Rozpatruje się 4 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej :									
Wariant 1 - o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 5,0 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$									
Wariant 2 - o grubości warstwy izolacji o 1 cm większej niż w wariantcie 1 .									
Wariant 3 - o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1 .									
Wariant 4 - o grubości warstwy izolacji o 3 cm większej niż w wariantcie 1 .									
Lp.	Omówienie	Jednostki miary	Stan istniejący	Warianty					
				1	2	3	4		
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej:	g =	m	0,14	0,15	0,16	0,17		
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² ·K)/W		3,889	4,167	4,444	4,722		
3	Opór cieplny R	(m ² ·K)/W	1,139	5,028	5,306	5,583	5,861		
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·Sd·A/R	GJ/a	208,2	47,2	44,7	42,5	40,5		
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ ·A·(t _{w0} - t _{z0})/R	MW	0,0263	0,0060	0,0057	0,0054	0,0051		
6	Roczna oszczędność kosztów : $\Delta Q_{ru} = Q_{0U} \cdot O_{z0} + 12 \cdot (q_{0U} \cdot O_{m0} + A_{b0}) - Q_{1U} \cdot O_{z1} + 12 \cdot (q_{1U} \cdot O_{m1} + A_{b1})$	zł/a		12 437	12 628	12 802	12 963		
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		556,8	560,4	568,8	577,1		
8	Koszt realizacji usprawnienia N _u	zł		478 280	481 372	488 588	495 717		
9	SPBT = N _u / ΔO_{ru}	lata		38,46	38,12	38,16	38,24		
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	0,878	0,199	0,188	0,179	0,171		
Podstawa przzietych wartości N_u.									
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1m ² na podstawie średnich cen rynkowych.									
Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni zawierającej obróbkę węgaraków- A _{koszt}									
Uwagi :									
W obliczeniach uwzględniono wykonanie ocieplenia ścian sutereny do poziomu ław fundamentowych (w suterenie znajdują się pomieszczenia ogrzewane) wraz z wykonaniem izolacji przeciwwilgotnościowej ścian oraz wykonaniem opaski wokół budynku po wykonaniu usprawnienia.									
Wybrany wariant : 2			Koszt :	481 372 zł	SPBT =		38,1 lat		

7.2.2 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		Przełogoda		2			
		Ściany zewnętrzne					
Dane:		powierzchnia przełogrody do obliczenia strat	A	=	1 953,21	m ²	
		powierzchnia przełogrody do obliczenia kosztu usprawnienia	A _{koszt}	=	2 153,66	m ²	
		obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	t _{w0}	=	20,0	°C	
		obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	t _{z0}	=	-18,0	°C	
		liczba stopniodni dla wybranej przełogrody	Sd	=	3 478,7	dzień·K/rok	
Oplaty:	stała :	zmienna :	abonament :				
c.o.	O _{m0} = 11 865,1 zł/MW	O _{z0} = 59,30 zł/GJ	A _{b0}	=	0,00	zł/(m·c)	
	O _{m1} = 11 865,1 zł/MW	O _{z1} = 59,30 zł/GJ	A _{b1}	=	0,00	zł/(m·c)	
Opis wariantów usprawnienia :							
Przewiduje się ocieplenie ścian styropianem metodą BSO							
o współczynniku λ = 0,033 W/m·K .							
Rozpatruje się 4 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej :							
Wariant 1 - o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego R ≥ 5,0 (m ² ·K)/W							
Wariant 2 - o grubości warstwy izolacji o 1 cm większej niż w wariantcie 1 .							
Wariant 3 - o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1 .							
Wariant 4 - o grubości warstwy izolacji o 3 cm większej niż w wariantcie 1 .							
Lp.	Omówienie	Jednostki miary	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej:	g = m		0,14	0,15	0,16	0,17
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² ·K)/W		4,242	4,545	4,848	5,152
3	Opór cieplny R	(m ² ·K)/W	0,855	5,097	5,400	5,703	6,007
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·Sd·A/R	GJ/a	686,6	115,2	108,7	102,9	97,7
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ ·A·(t _{w0} - t _{z0})/R	MW	0,0868	0,0146	0,0137	0,0130	0,0124
6	Roczna oszczędność kosztów : ΔQ _{ru} = Q _{0U} ·O _{z0} +12·(q _{0U} ·O _{m0} +A _{b0}) - Q _{1U} ·O _{z1} +12·(q _{1U} ·O _{m1} +A _{b1})	zł/a		44 163	44 677	45 120	45 514
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		394,8	396,5	400,7	404,9
8	Koszt realizacji usprawnienia N _u	zł		850 265	853 926	862 972	872 017
9	SPBT = N _u / ΔO _{ru}	lata		19,25	19,11	19,13	19,16
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	1,170	0,196	0,185	0,175	0,166
Podstawa przyjętych wartości N_u							
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1m ² na podstawie średnich cen rynkowych .							
Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni usprawnianej A _{koszt} przełogrody .							
Uwagi :							
W kosztach uwzględnio koszty związane z obróbką ościeży,wymianą parapetów zewnętrznych oraz wycięciem płyt balkonowych w celu niwelacji mostków cieplnych.							
Wybrany wariant :		2	Koszt :	853 926 zł	SPBT =	19,1 lat	

7.2.3 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		3	
				Ściany zewn. Ocieplone			
Dane: powierzchnia przegrody do obliczenia strat				A	=	133,50	m ²
powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia				A _{koszt}	=	145,21	m ²
obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego				t _{w0}	=	20,0	°C
obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego				t _{z0}	=	-18,0	°C
liczba stopniodni dla wybranej przegrody				Sd	=	3 478,7	dzień·K/rok
Opłaty: stała :		zmienna :		abonament :			
c.o.	O _{m0} = 11 865,1 zł/MW	O _{z0} = 59,30 zł/GJ	A _{b0} = 0,00 zł/(m·c)				
	O _{m1} = 11 865,1 zł/MW	O _{z1} = 59,30 zł/GJ	A _{b1} = 0,00 zł/(m·c)				
Opis wariantów usprawnienia :							
Przewiduje się ocieplenie ścian styropianem metodą BSO							
o współczynnika $\lambda = 0,033 \text{ W/m}\cdot\text{K}$.							
Rozpatruje się 4 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej :							
Wariant 1 - o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 5,0 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$							
Wariant 2 - o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1 .							
Wariant 3 - o grubości warstwy izolacji o 4 cm większej niż w wariantcie 1 .							
Wariant 4 - o grubości warstwy izolacji o 6 cm większej niż w wariantcie 1 .							
Lp.	Opis	Jednostki miary	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: g =	m		0,06	0,08	0,10	0,12
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² ·K)/W		1,818	2,424	3,030	3,636
3	Opór cieplny R	(m ² ·K)/W	3,333	5,151	5,757	6,363	6,969
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A/R$	GJ/a	12,0	7,8	7,0	6,3	5,8
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,0015	0,0010	0,0009	0,0008	0,0007
6	Roczna oszczędność kosztów : $\Delta Q_{ru} = Q_{0U} \cdot O_{z0} + 12 \cdot (q_{0U} \cdot O_{m0} + A_{b0}) - Q_{1U} \cdot O_{z1} + 12 \cdot (q_{1U} \cdot O_{m1} + A_{b1})$	zł/a		320	382	438	482
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		217,8	263,9	310,0	356,1
8	Koszt realizacji usprawnienia N _u	zł		31 627	38 321	45 015	51 709
9	SPBT = N _u / ΔO_{ru}	lata		98,83	100,32	102,77	107,28
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	0,300	0,194	0,174	0,157	0,143
Podstawa przyjętych wartości N_u							
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1m ² na podstawie średnich cen rynkowych.							
Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni usprawnianej A _{koszt} przegrody							
Wybrany wariant : 1		Koszt : 31 627 zł		SPBT = 98,8 lat			

7.2.4 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie			Przegroda		4		
			Stropodach				
Dane:			A	=	1 656,04	m ²	
powierzchnia przegrody do obliczenia strat			A _{koszt}	=	1 656,00	m ²	
powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia			t _{w0}	=	20,0	°C	
obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			t _{z0}	=	-18,0	°C	
obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			S _d	=	3 478,7	dzień·K/rok	
liczba stopniodni dla wybranej przegrody							
Opłaty:	stała :	zmienna :	abonament :				
c.o.	O _{m0} = 11 865,1 zł/MW	O _{z0} = 59,30 zł/GJ	A _{b0}	=	0,00	zł/(m·c)	
	O _{m1} = 11 865,1 zł/MW	O _{z1} = 59,30 zł/GJ	A _{b1}	=	0,00	zł/(m·c)	
Opis wariantów usprawnienia :							
Przewiduje się ocieplenie stropodachu wełną mnieralną wdmuchiwana w przestrzeń międzystropową o współczynniku $\lambda = 0,038$ W/m·K .							
Rozpatruje się 4 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej :							
Wariant 1 - o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 6,7$ (m ² ·K)/W							
Wariant 2 - o grubości warstwy izolacji o 1 cm większej niż w wariantcie 1 .							
Wariant 3 - o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1 .							
Wariant 4 - o grubości warstwy izolacji o 3 cm większej niż w wariantcie 1 .							
Lp.	Opis	Jednostki miary	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: g =	m		0,24	0,25	0,26	0,27
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² ·K)/W		6,316	6,579	6,842	7,105
3	Opór cieplny R	(m ² ·K)/W	0,488	6,804	7,067	7,330	7,593
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	1 020,0	73,2	70,4	67,9	65,6
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,1290	0,0092	0,0089	0,0086	0,0083
6	Roczna oszczędność kosztów : $\Delta Q_{ru} = Q_{0U} \cdot O_{z0} + 12 \cdot (q_{0U} \cdot O_{m0} + A_{b0}) - Q_{1U} \cdot O_{z1} + 12 \cdot (q_{1U} \cdot O_{m1} + A_{b1})$	zł/a		73 201	73 410	73 601	73 780
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		196,2	201,1	206,0	210,9
8	Koszt realizacji usprawnienia N _u	zł		324 907	333 022	341 136	349 250
9	SPBT = N _u / ΔO_{ru}	lata		4,44	4,54	4,63	4,73
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	2,048	0,147	0,142	0,136	0,132
Podstawa przyjętych wartości N_u							
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1m ² na podstawie średnich cen rynkowych.							
Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni usprawnianej A _{koszt} przegrody .							
Wybrany wariant : 1			Koszt :	324 907 zł	SPBT =	4,4 lat	

7.2.5 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		Przegroda		5			
		Stropodach pom. tech.					
Dane:		powierzchnia przegrody do obliczenia strat	A	=	59,06	m ²	
		powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia	A _{koszt}	=	59,10	m ²	
		obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	t _{w0}	=	20,0	°C	
		obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	t _{z0}	=	6,0	°C	
		liczba stopniodni dla wybranej przegrody	Sd	=	2 885,6	dzień·K/rok	
Opłaty:		stała :		zmienna :		abonament :	
c.o.		O _{m0} = 11 865,1 zł/MW	O _{z0} = 59,30 zł/GJ	A _{b0} = 0,00	zł/(m·c)		
		O _{m1} = 11 865,1 zł/MW	O _{z1} = 59,30 zł/GJ	A _{b1} = 0,00	zł/(m·c)		
Opis wariantów usprawnienia :							
Przewiduje się ocieplenie stropodachu styropapą							
o współczynnika $\lambda = 0,038 \text{ W/m}\cdot\text{K}$.							
Rozpatruje się 4 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej :							
Wariant 1 - o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 1,4 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$							
Wariant 2 - o grubości warstwy izolacji o 1 cm większej niż w wariantcie 1 .							
Wariant 3 - o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1 .							
Wariant 4 - o grubości warstwy izolacji o 3 cm większej niż w wariantcie 1 .							
Lp.	Opis	Jednostki miary	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: g =	m		0,04	0,05	0,06	0,07
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² ·K)/W		1,053	1,316	1,579	1,842
3	Opór cieplny R	(m ² ·K)/W	0,485	1,538	1,801	2,064	2,327
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A/R$	GJ/a	30,4	9,6	8,2	7,1	6,3
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,0017	0,0005	0,0005	0,0004	0,0004
6	Roczna oszczędność kosztów : $\Delta Q_{ru} = Q_{0U} \cdot O_{z0} + 12 \cdot (q_{0U} \cdot O_{m0} + A_{b0}) - Q_{1U} \cdot O_{z1} + 12 \cdot (q_{1U} \cdot O_{m1} + A_{b1})$	zł/a		1 404	1 487	1 567	1 614
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		182,4	187,0	198,6	204,4
8	Koszt realizacji usprawnienia N _u	zł		10 780	11 052	11 737	12 080
9	SPBT = N _u / ΔO_{ru}	lata		7,68	7,43	7,49	7,48
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	2,060	0,650	0,555	0,484	0,430
Podstawa przyjętych wartości N_u							
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1m ² na podstawie średnich cen rynkowych .							
Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni usprawnianej A _{koszt} przegrody .							
Wybrany wariant :		2	Koszt :	11 052 zł	SPBT =	7,4 lat	

7.3.1 Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji		Przedsięwzięcie :					
		Okna					
Dane:		A_{ok}	= 840,64 m ²				
powierzchnia okien		V_{nom}	= 15 238 m ³				
strumień powietrza went. odnies. do war. proj. dla wentylacji naturalnej		a_0	= 2,0 m ³ /(m·h·daPa ^{2/3})				
współczynnik przepływu dla okien przed termomodernizacją		C_w	= 1,0				
stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru		S_d	= 3 478,7 dzień·K/rok				
t_{w0}	= 20,0 °C	t_{zn}	= -18,0 °C				
O_{m0}	= 11 865,13 zł/(MW·m-c)	O_{zn}	= 59,30 zł/GJ				
O_{m1}	= 11 865,13 zł/(MW·m-c)	O_{z1}	= 59,30 zł/GJ				
A_{b0}	= 0,00 zł/(m-c)	A_{b1}	= 0,00 zł/(m-c)				
Opis wariantów usprawnienia :							
Wymiana okien i drzwi balkonowych oraz wprowadzenie wentylacji regulowanej z nawiewnikami							
Rozpatruje się 2 warianty wymiany okien :							
Wariant 1 - Wymiana okien i montaż nawiewników		U_1	= 0,9 W/(m ² ·K) a_1 = 1,0				
Wariant 2 - Wymiana okien i montaż nawiewników		U_1	= 0,8 W/(m ² ·K) a_1 = 1,0				
Lp.	Omówienie	Jednostki miary	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Współczynnik przenikania okien U_0, U_1	W/(m ² ·K)	1,81	0,90	0,80		
2	Współczynniki korekcyjne	C_r	1,1	0,90	0,90		
		C_m	1,20	1,00	1,00		
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	457,3	227,4	202,1		
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	1714,3	1402,6	1402,6		
5	$Q_{0U}, Q_{1U} = \text{Poz.3} + \text{Poz.4}$	GJ/a	2171,6	1 630,0	1 604,7		
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0578	0,0287	0,0256		
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot C_m \cdot V_{nom} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,2363	0,1969	0,1969		
8	$q_{0U}, q_{1U} = \text{Poz. 6} + \text{Poz. 7}$	MW	0,2941	0,2256	0,2225		
9	$\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$	zł/a		41 869	43 811		
10	Koszt wymiany okien N_{ok}	zł		1 639 248	1 891 440		
11	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł		229 500	229 500		
12	Koszt zmniejszenia pow. okien N_z	zł					
13	Łączny koszt przedsięwzięcia ($N_{ok} + N_w + N_z$)	zł		1 868 748	2 120 940		
14	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / (\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw})$	lata		44,6	48,4		
Podstawa przyjętych wartości N_{ii}							
Wariant 1 -		Wymiana okien i montaż nawiewników		wycena na podstawie średnich cen			
		Koszt wymiany okien :		840,6 m ² · 1950	zł =	1 639 248	zł
		Montaż układu nawiewnego i nawiewników higrosterowanych i nasad kominowych wspomagających wentylację grawitacyjną:		510 szt · 450	zł =	229 500	zł
				Razem :		1 868 748	zł
Wariant 2 -		Wymiana okien i montaż nawiewników		wycena na podstawie średnich cen			
		Koszt wymiany okien :		840,6 m ² · 2250	zł =	1 891 440	zł
		Montaż układu nawiewnego i nawiewników higrosterowanych i nasad		510 szt · 450	zł =	229 500	zł
				Razem :		2 120 940	zł
Wybrany wariant : 1		Koszt : 1 868 748 zł		SPBT = 44,6 lat			

7.3.2 Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie :		2	
				Drzwi zewnętrzne			
Dane:				A_{ok}	=	32,90	m
powierzchnia drzwi				V_{nom}	=	850	m
strumień powietrza went. odnies. do war. proj. dla wentylacji naturalnej				a_0	=	2,0	$m^3/(m \cdot h \cdot daPa^{2/3})$
współczynnik przepływu dla okien przed termomodernizacją				C_w	=	1,0	
stopień wyekspozowania budynku na działanie wiatru				S_d	=	3 478,7	dzień·K/rok
t_{w0}	=	20,0	°C	t_{z0}	=	-18,0	°C
O_{m0}	=	11 865,13	zł/(MW·m-c)	O_{z0}	=	59,30	zł/GJ
O_{m1}	=	11 865,13	zł/(MW·m-c)	O_{z1}	=	59,30	zł/GJ
				A_{b0}	=	0,00	zł/(m-c)
				A_{b1}	=	0,00	zł/(m-c)
Opis wariantów usprawnienia :							
Wymiana drzwi zewnętrznych na nowe							
Rozpatruje się 2 warianty wymiany drzwi :							
Wariant 1 - Wymiana drzwi zewnętrznych na nowe				U_1	1,3	W/(m ² ·K)	a_1 = 0,5
Wariant 2 - Wymiana drzwi zewnętrznych na nowe				U_1	1,2	W/(m ² ·K)	a_1 = 0,5
Lp.	Omówienie	Jednostki miary	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Współczynnik przenikania okien U_0, U_1	W/(m ² ·K)	2,00	1,30	1,20		
2	Współczynniki korekcyjne	C_r	-	1,2	1,00	1,00	
		C_m	-	1,30	1,00	1,00	
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	19,8	12,9	11,9		
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	104,3	86,9	86,9		
5	$Q_{0U}, Q_{1U} = \text{Poz.3} + \text{Poz.4}$	GJ/a	124,1	99,8	98,8		
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0025	0,0016	0,0015		
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot C_m \cdot V_{nom} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0143	0,0110	0,0110		
8	$q_{0U}, q_{1U} = \text{Poz. 6} + \text{Poz. 7}$	MW	0,0168	0,013	0,013		
9	$\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$	zł/a		2 039	2 112		
10	Koszt wymiany okien N_{ok}	zł		131 600	148 050		
11	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł					
12	Koszt zmniejszenia pow. okien N_z	zł					
13	Łączny koszt przedsięwzięcia ($N_{ok} + N_w + N_z$)	zł		131 600	148 050		
14	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / (\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw})$	lata		64,5	70,1		
Podstawa przyjętych wartości N_i							
Wariant 1 -		Wymiana drzwi zewnętrznych na nowe		wycena na podstawie średnich cen			
		Koszt wymiany drzwi :		32,9 m ² · 4000 zł = 131 600 zł			
				Razem : 131 600 zł			
Wariant 2 -		Wymiana drzwi zewnętrznych na nowe		wycena na podstawie kosztorysu			
		Koszt wymiany drzwi :		32,9 m ² · 4500 zł = 148 050 zł			
				Razem : 148 050 zł			
Uwagi :							
Przewiduje się wymianę wszystkich drzwi wejściowych do budynku. Wejście główne proponuje się zastosować drzwi zewnętrzne oraz drzwi przesłone szklone szybą bezpieczną automatycznie otwierane							
Wybrany wariant : 1		Koszt : 131 600 zł		SPBT = 64,5 lat			

7.3.3 Ocena opłacalności przedsięwzięcia prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło do przygotowania ciepłej wody użytkowej	Usprawnienie :	3
	Modernizacja układu c.w.u.	

Dane:	$\eta_w = 93\%$	$\eta_m = 70\%$	$\eta_p = 50\%$	$Q_{0cw} = 1\,451,2 \text{ G}$
		$\eta_0 = 33\%$		$q_{0cw} = 0,0914 \text{ MW}$

Opis usprawnienia :
 Proponuje się częściowe wytwarzanie c.w.u. z pompy ciepła, wymianę zasobników c.w.u., instalacji c.w.u. oraz cyrkulacji i wykonanie izolacji przewodów oraz montaż zaworów termostatycznych z automatyczną dezynfekcją termiczną.
 Przewiduje się zwiększenie sprawności wytwarzania do wartości 160%, sprawności magazynowania do : 85%, oraz sprawności przesyłu do : 60%,
 uzyskując poprawę sprawności wytwarzania o 67%, sprawności magazynowania o 15%, oraz sprawności przesyłu o 10%. Zatem sprawność ogólna $\eta_1 = 81\%$.

Lp.	Omówienie	Jednostki miary	Stan istniejący	Stan po termomodernizacji
1	2	3	4	5
1	Zapotrzebowanie ciepła do przygotowania c.w.u.	GJ/a	1 451,2	591,2
2	Zapotrzebowanie mocy	MW	0,0914	0,0914
3	Koszt przygotowania c.w.u	zł/a	119 340	72 768
4	Oszczędność ΔQ_{rcw}	zł/a		46572
5	Koszt modernizacji N_{cw}	zł		1 026 533
6	SPBT = $N_{cw} / \Delta Q_{rcw}$	lata		22,0

Podstawa przyjętych wartości N_u
 Ceny rynkowe obowiązujące aktualnie w regionie

Koszt produkcji cwu przed termomodernizacją : 119 340 zł/a
 Koszt produkcji cwu po uwzględnieniu usprawnienia : 72 768 zł/a

Uwagi :
 Usprawnienie obejmuje zmianę sposobu wytwarzania c.w.u.- częściowe wytwarzanie c.w.u. z pompy ciepła (ok. 40% całkowitego zużycia), wymianę zasobników c.w.u., wymianę przewodów instalacji c.w.u. oraz cyrkulacji (ok. 32 pionów i ok. 105 mb poziomów rozprowadzających i 420 mb rury pionowe), izolację przewodów rozprowadzających pianką poliuretanową (grubość w zależności od średnicy rur zgodnie z Warunkami Technicznymi), wyposażenie instalacji cyrkulacji w termostatyczne zawory cyrkulacyjne MTCV z automatyczną dezynfekcją termiczną wraz ze złączkami montażowymi i układem sterowania (wersja C). Szczegóły rozwiązania opisano w zał.7.

Usprawnienie :	Modernizacja układu c.w.u.	Koszt :	1 026 533 zł	SPBT =	22,0 lat
-----------------------	-----------------------------------	----------------	---------------------	---------------	-----------------

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 wentylacji i systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej, uszeregowane według rosnącej wartości SPBT

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, zł	SPBT lata
1	2	3	4
1.	Ocieplenie : - Stropodach	324 907 zł	4,4
2.	Ocieplenie : - Stropodach pom. tech.	11 052 zł	7,4
3.	Modernizacja układu c.w.u.	1 026 533 zł	22,0
4.	Ocieplenie : - Ściany zewnętrzne	853 926 zł	19,1
5.	Ocieplenie : - Ściany zewnętrzne sutereny	481 372 zł	38,1
6.	Wymiana : - Okna	1 868 748 zł	44,6
7.	Wymiana : - Drzwi zewnętrzne	131 600 zł	64,5
8.	Ocieplenie : - Ściany zewn. Ocieplone	31 627 zł	98,8

7.4.1 Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność cieplną systemu c.o.

Dane dotyczące stanu istniejącego systemu c.o. :

Sprawność całkowita systemu c.o.	η_n	=	0,658	
Przerwy tygodniowe	w_{t0}	=	1,00	
Przerwy dobowe	w_{d0}	=	1,00	
Zapotrzebowanie na moc cieplną na cele grzewcze	q_{0cc}	=	531,6	kW
Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania	Q_{0cc}	=	3 849,6	GJ/a

Opis wariantów usprawnienia :

Rozpatruje się następujące usprawnienia poprawiające sprawność systemu grzewczego i dostosowujące instalację c.o. do aktualnych wymogów technicznych:

- 1. Wprowadzenie źródła ciepła w postaci pompy ciepła typu powietrze/woda zasilanej elektrycznie, wymiana instalacji c.o. wraz z grzejnikami i zastosowaniem zaworów termostatycznych**

Przewiduje się wprowadzenie pompy ciepła typu powietrze/woda zasilanej elektrycznie wymiana grzejników żeliwnych i rurowych na grzejniki płytowe (ok. 189 szt.) wraz z montażem zaworów termostatycznych (głowice termostatyczne przeznaczone dla budynków publicznych (wandaloodporne)) oraz wymiana instalacji wewnętrznej c.o. wraz z izolacją przewodów poziomych. Na potrzeby pompy ciepła - energia elektryczna wytwarzana z instalacji fotowoltaicznej.

- 2. Wprowadzenie źródła ciepła w postaci pompy ciepła typu woda/grunt zasilaną elektrycznie, wymiana instalacji c.o. wraz z grzejnikami i zastosowaniem zaworów termostatycznych**

Przewiduje się wprowadzenie pompy ciepła typu woda/grunt zasilanej elektrycznie wymiana grzejników żeliwnych i rurowych na grzejniki płytowe (ok. 189 szt.) wraz z montażem zaworów termostatycznych (głowice termostatyczne przeznaczone dla budynków publicznych (wandaloodporne)) oraz wymiana instalacji wewnętrznej c.o. wraz z izolacją przewodów poziomych. Na potrzeby pompy ciepła - energia elektryczna wytwarzana z instalacji fotowoltaicznej.

W tabeli poniżej zestawiono zmiany współczynników sprawności związane z wybranym do realizacji wariantem proponowanych usprawnień :

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Zmiana wartości współczynników sprawności			
		3	4	5	6
1	Wytwarzanie ciepła	$\eta_g = 0,950$	\Rightarrow		1,610
2	Przesyłanie ciepła - bez zmiany	$\eta_d = 0,900$			0,900
3	Akumulacja ciepła	$\eta_e = 1,000$	\Rightarrow		0,900
4	Regulacja systemu grzewczego	$\eta_s = 0,770$	\Rightarrow		0,880
5	Sprawność całkowita systemu $\eta = \eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_s \cdot \eta_e$	$\eta = 0,658$	\Rightarrow		1,148
6	Uwzględnienie przerw w ogrzewaniu w okresie tygodnia - bez przerw, bez zmiany	$w_t = 1,00$			1,000
7	Uwzględnienie przerw w ogrzewaniu w ciągu doby	$w_d = 1,00$	\Rightarrow		0,950

7.4.2 Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność cieplną systemu c.o.											
Dane dotyczące stanu istniejącego systemu c.o. :											
Sprawność całkowita systemu c.o.				η_n	=	0,658					
Przerwy tygodniowe				W_{t0}	=	1,00					
Przerwy dobowe				W_{d0}	=	1,00					
Zapotrzebowanie na moc cieplną				Q_{0co}	=	531,6 kW					
Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania				Q_{0cco}	=	3 849,6 GJ/a					
Opłaty:		stała :		zmienna :		abonament :					
c.o.	O_{m0}	=	11 865,13 zł/(MW·m-c)	O_{z0}	=	59,30 zł/GJ	A_{b0}	=	0,00 zł/(m-c)		
W1	O_{m1}	=	11 865,13 zł/(MW·m-c)	O_{z1}	=	66,78 zł/GJ	A_{b1}	=	0,00 zł/(m-c)		
W2	O_{m1}	=	11 865,13 zł/(MW·m-c)	O_{z1}	=	66,78 zł/GJ	A_{b1}	=	0,00 zł/(m-c)		
Opis wariantów usprawnienia :											
Rozpatruje się 2 warianty usprawnienia termomodernizacyjnego :						Tygodniowe i dobowe przerwy					
W1	Wprowadzenie źródła ciepła w postaci pompy ciepła typu powietrze/woda zasilanej elektrycznie, wymiana instalacji c.o. wraz z grzejnikami i zastosowaniem zaworów termostatycznych				$\eta_1 =$	1,148	$W_{t1} =$	1,00	$W_{d1} =$	0,95	
W2	Wprowadzenie źródła ciepła w postaci pompy ciepła typu woda/grunt zasilaną elektrycznie, wymiana instalacji c.o. wraz z grzejnikami i zastosowaniem zaworów termostatycznych				$\eta_1 =$	1,404	$W_{t1} =$	1,00	$W_{d1} =$	0,95	
Lp.	Opis	Jednostki miary	Stan istniejący	Warianty							
				1	2	3	4				
1	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło po termomodernizacji Q_{1co}	GJ/a		1 780,8	1 780,8						
2	Zapotrzebowanie na moc cieplną po termomodernizacji q_{1co}	kW		300,4	300,4						
3	$A_0 = W_{t0} \cdot W_{d0} \cdot Q_{0co} \cdot O_{z0} / \eta_0$	zł/a	346 920								
4	$A_1 = W_{t1} \cdot W_{d1} \cdot Q_{1co} \cdot O_{z1} / \eta_1$	zł/a		98 410	80 466						
5	$B_0 = 12 \cdot (q_{0co} \cdot O_{0m} + A_{b0})$	zł/a	75 687								
6	$B_1 = 12 \cdot (q_{1co} \cdot O_{1m} + A_{b1})$	zł/a		42 777	42 777						
7	Roczne koszty energii w stanie istniejącym $O_{rco} = A_0 + B_0$	zł/a	422 607								
8	Roczne koszty energii po termomodernizacji $O_{r1co} = A_1 + B_1$	zł/a		141 187	123 243						
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{rco} = O_{rco} - O_{r1co}$	zł/a		281 420	299 364						
10	Koszt realizacji usprawnienia N_u	zł		1 680 864	2 920 000						
11	SPBT = $N_{co} / \Delta O_{rco}$	lata		6,0	9,8						
Podstawa przyjętych wartości N_u											
W1	Wprowadzenie źródła ciepła w postaci pompy ciepła typu powietrze/woda										
Zakres usprawnienia obejmuje :				Przewiduje się wprowadzenie pompy ciepła typu powietrze/woda zasilanej elektrycznie wymiana grzejników żeliwnych i rurowych na grzejniki płytowe (ok. 189 szt.) wraz z montażem zaworów termostatycznych (głowice termostatyczne przeznaczone dla budynków publicznych (wandaloodporne)) oraz wymiana instalacji wewnętrznej c.o. wraz z izolacją przewodów poziomych. Na potrzeby pompy ciepła - energia elektryczna wytwarzana z instalacji fotowoltaicznej.							
Koszt realizacji usprawnienia :				$N_u =$ 1 680 864 zł							
W2	Wprowadzenie źródła ciepła w postaci pompy ciepła typu woda/grunt zasilaną										
Wycenę wariantu usprawnienia wykonano na podstawie średnich cen rynkowych											
Zakres usprawnienia obejmuje :				Przewiduje się wprowadzenie pompy ciepła typu woda/grunt zasilanej elektrycznie wymiana grzejników żeliwnych i rurowych na grzejniki płytowe (ok. 189 szt.) wraz z montażem zaworów termostatycznych (głowice termostatyczne przeznaczone dla budynków publicznych (wandaloodporne)) oraz wymiana instalacji wewnętrznej c.o. wraz z izolacją przewodów poziomych. Na potrzeby pompy ciepła - energia elektryczna wytwarzana z instalacji fotowoltaicznej.							
Koszt realizacji usprawnienia : bez wariantu W1				$N_u =$ 2 920 000 zł							
Uwagi :											
Usprawnienie obejmuje likwidację kotłowni olejowej (źródło awaryjne) i wykonanie w jej miejscu pomieszczenia na pompę ciepła o mocy 160 kW zasilanej energią elektryczną (moc pompy przy temp. -7 C). Zakłada się bivalentny system pracy pompy i węzła cieplnego. Udział pompy ciepła w zapotrzebowaniu na energię przyjmuje się na poziomie 40%. Energia do zasilania pompy ciepła będzie częściowo pochodzić z instalacji fotowoltaicznej o mocy 50 kW. Wycenienia mocy instalacji znajdują się w załączniku nr 6. Koszty modernizacji zakładają również koszty związane z remontem pomieszczenia kotłowni.											
Wybrany wariant :		1		Koszt :		1 680 864 zł		SPBT =		6,0 lat	

7.5. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

- a. określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
- b. ocenę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań ustawowych
- c. wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.5.1 Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

W poniższej tabeli stosuje się skrótowe określenia dla 9 usprawnień zestawionych w p. 7.3.5 oraz 7.4.2 :

- Stropodach = Ocieplenie : - Stropodach
- Stropodach pom. tech. = Ocieplenie : - Stropodach pom. tech.
- Modernizacja układu c.w.u. = Modernizacja układu c.w.u.
- Ściany zewnętrzne = Ocieplenie : - Ściany zewnętrzne
- Ocieplenie : - Ściany zewnętrzne = Ocieplenie : - Ściany zewnętrzne sutereny
- Wymiana : - Okna = Wymiana : - Okna
- Drzwi zewnętrzne = Wymiana : - Drzwi zewnętrzne
- Ściany zewn. Ocieplone = Ocieplenie : - Ściany zewn. Ocieplone
- Modernizacja systemu c.o. = usprawnienie instalacji ogrzewania wybrane w p. 7.4.2.

Rozpatruje się następujące warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych :

LP.	Zakres	Numer wariantu											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12	13
1	Stropodach	9	9	9	9	9	9	9	9				
2	Stropodach pom. tech.	9	9	9	9	9	9	9					
3	Modernizacja układu c.w.u.	9	9	9	9	9	9						
4	Ściany zewnętrzne	9	9	9	9	9							
5	Ocieplenie : - Ściany zewnętrzne	9	9	9	9								
6	Wymiana : - Okna	9	9	9									
7	Drzwi zewnętrzne	9	9										
8	Ściany zewn. Ocieplone	9											
9	Modernizacja systemu c.o.	9	9	9	9	9	9	9	9	9			

7.5.2 Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

Oplaty:	stała :	zmienna :	abonament :
c.o.	$O_{m0} = 11\,865 \text{ zł}/(\text{MW}\cdot\text{m}\cdot\text{c})$	$O_{z0} = 59,30 \text{ zł}/\text{GJ}$	$A_{b0} = 0,00 \text{ zł}/(\text{m}\cdot\text{c})$
	$O_{m1} = 11\,865 \text{ zł}/(\text{MW}\cdot\text{m}\cdot\text{c})$	$O_{z1} = 66,78 \text{ zł}/\text{GJ}$	$A_{b1} = 0,00 \text{ zł}/(\text{m}\cdot\text{c})$
c.w.u.	$O_{0m} = 11\,865 \text{ zł}/(\text{MW}\cdot\text{m}\cdot\text{c})$	$O_{0z} = 59,30 \text{ zł}/\text{GJ}$	$A_{0b} = 0,00 \text{ zł}/(\text{m}\cdot\text{c})$
	$O_{1m} = 11\,865 \text{ zł}/(\text{MW}\cdot\text{m}\cdot\text{c})$	$O_{1z} = 66,78 \text{ zł}/\text{GJ}$	$A_{1b} = 0,00 \text{ zł}/(\text{m}\cdot\text{c})$

$Q_0 = w_{t0} \cdot w_{d0} \cdot Q_{0co} / \eta_0 + Q_{0cw}$ $A_0 = w_{t0} \cdot w_{d0} \cdot Q_{0co} \cdot O_{z0} / \eta_0$ $B_0 = 12 \cdot (q_{0co} \cdot O_{m0} + A_{b0})$ $O_{r0co} = A_0 + B_0$ $O_{r0cw} = (Q_{0cw} \cdot O_{0z} + 12 \cdot q_{0cw} \cdot O_{0m}) / \eta_0 + 12 \cdot A_{0b} + O_{0zw}$ $O_{r0} = O_{r0co} + O_{r0cw}$	$Q_1 = w_{t1} \cdot w_{d1} \cdot Q_{1co} / \eta_1 + Q_{1cw}$ $A_1 = w_{t1} \cdot w_{d1} \cdot Q_{1co} \cdot O_{z1} / \eta_1$ $B_1 = 12 \cdot (q_{1co} \cdot O_{m1} + A_{b1})$ $O_{r1co} = A_1 + B_1$ $O_{r1cw} = (Q_{0cw} \cdot O_{z1} + 12 \cdot q_{1cw} \cdot O_{1m}) / \eta_1 + 12 \cdot A_{1b} + O_{1zw}$ $O_{r1} = O_{r1co} + O_{r1cw}$
--	--

O_{0zw} - opłata za wodę zimną przed termomodernizacją $\Delta O_r = O_{r1} - O_{r0}$ O_{1zw} - opłata za wodę zimną po termomodernizacji

Nr wariantu	Q_{0co} GJ	q_{0co} kW	η_0 $w_{t0} \quad w_{d0}$	Q_{0cw} GJ	q_{0cw} kW	Q_0 GJ	O_{r0co} zł	O_{r0cw} zł	O_{0r} zł	ΔO_r zł	N zł
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Stan istniejący	3 849,6	531,6	0,658 1,00 1,00	1 451,2	91,4	7 301,6	422 608	119 340	541 948		

Nr wariantu	Q_{1co} GJ	q_{1co} kW	η_1 $w_{t1} \quad w_{d1}$	Q_{1cw} GJ	q_{1cw} kW	Q_1 GJ	O_{r1co} zł	O_{r1cw} zł	O_{1r} zł	ΔO_r zł	N zł
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	1 780,8	300,4	1,148 1,00 0,95	591,2	91,4	2 064,9	141 187	130 196	271 383	270 565	6 410 629
2.	1 785,0	300,4	1,148 1,00 0,95	591,2	91,4	2 068,3	141 411	130 196	271 607	270 341	6 379 002
3.	1 788,8	301,4	1,148 1 0,95	591,2	91,4	2 071,5	141 773	130 196	271 969	269 979	6 247 402
4.	2 041,8	330,8	1,148 1,00 0,95	591,2	91,4	2 280,8	159 932	130 196	290 128	251 820	4 378 654
5.	2 041,8	330,8	1,148 1,00 0,95	1 451,2	91,4	3 141,4	159 971	130 196	290 167	251 781	3 897 282
6.	2 589,6	395,8	1,148 1,00 0,95	1 451,2	91,4	3 594,2	199 464	130 196	329 660	212 288	3 043 356
7.	2 668,7	407,8	1,148 1,00 0,95	1 451,2	91,4	3 659,7	205 544	130 196	335 740	206 208	2 016 823
8.	3 820,4	528,5	1,148 1,00 0,95	1 451,2	91,4	4 612,7	286 370	130 196	416 566	125 382	2 005 771
9.	3 849,6	531,6	1,148 1,00 0,95	1 451,2	91,4	4 636,8	288 420	130 196	418 616	123 332	1 680 864

Uwagi :

Q_0, Q_1 - roczne zapotrzebowanie na ciepło przed i po termomodernizacji mierzone w GJ/a.

O_{0zw}, O_{1zw} - roczny koszt dostawy zimnej wody użytkowej przed i po termomodernizacji wyrażony w zł.

N - planowane koszty całkowite naabrany wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, obejmujące koszty robót wraz z kosztami opracowania audytu energetycznego i dokumentacji technicznej wyrażone w zł.

Wielkości sezonowego zapotrzebowania na ciepło i na moc dla ogrzewania obliczono programem

Audytor OZC 4.8 Pro

7.5.3 Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego							
LP.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite N [zł]	Roczna oszczędność kosztów energii ΔO [zł]	Procentowa oszczędność zapotrzebowania energii $(Q_0 - Q_1)/Q_0 * 100\%$ [%]	Minimalna kwota kredytu S		Premia termomodernizacyjna
					[zł]	[%]	16% kosztów całkowitych [zł]
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Wszystkie rozważane usprawnienia	6 410 629	270 565	71,7%	3 205 315	50,0%	1 025 701
2.	Wszystkie rozważane usprawnienia minus Ściany zewn. Ocieplone, , ,	6 379 002	270 341	71,7%	3 189 501	50,0%	1 020 640
3.	Wszystkie rozważane usprawnienia minus Drzwi zewnętrzne, Ściany zewn. Ocieplone, , ,	6 247 402	269 979	71,6%	3 123 701	50,0%	999 584
4.	Wszystkie rozważane usprawnienia minus Wymiana : - Okna , Drzwi zewnętrzne, Ściany zewn. Ocieplone, , ,	4 378 654	251 820	68,8%	2 189 327	50,0%	700 585
5.	Wszystkie rozważane usprawnienia minus Ocieplenie : - Ściany zewnętrzne, Wymiana : - Okna , Drzwi zewnętrzne, Ściany zewn. Ocieplone, , ,	3 897 282	251 781	57,0%	1 948 641	50,0%	623 565
6.	Wszystkie rozważane usprawnienia minus Ściany zewnętrzne , Ocieplenie : - Ściany zewnętrzne, Wymiana : - Okna , Drzwi zewnętrzne, Ściany zewn. Ocieplone, , ,	3 043 356	212 288	50,8%	1 521 678	50,0%	486 937
7.	Stropodach, Stropodach pom. tech., Modernizacja systemu c.o.	2 016 823	206 208	49,9%	1 008 411	50,0%	322 692
8.	Stropodach, Modernizacja systemu c.o.	2 005 771	125 382	36,8%	1 002 885	50,0%	320 923
9.	Modernizacja systemu c.o.	1 680 864	125 382	36,8%	840 432	50,0%	268 938

7.5.4	Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego
<p>Na podstawie dokonanej oceny, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku ocenia się wariant Nr 1 obejmujący następujące usprawnienia :</p> <p>Ocieplenie : - Stropodach, Ocieplenie : - Stropodach pom. tech., Modernizacja układu c.w.u., Ocieplenie : - Ściany zewnętrzne , Ocieplenie : - Ściany zewnętrzne sutereny, Wymiana : - Okna , Wymiana : - Drzwi zewnętrzne, Ocieplenie : - Ściany zewn. Ocieplone, Modernizacja systemu c.o.</p>	
<p>Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe :</p> <p>1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie 71,7% , czyli powyżej 25,0%</p>	
<p>Wariant alternatywny :</p>	
<p>Nie przewiduje się wariantu alternatywnego</p>	

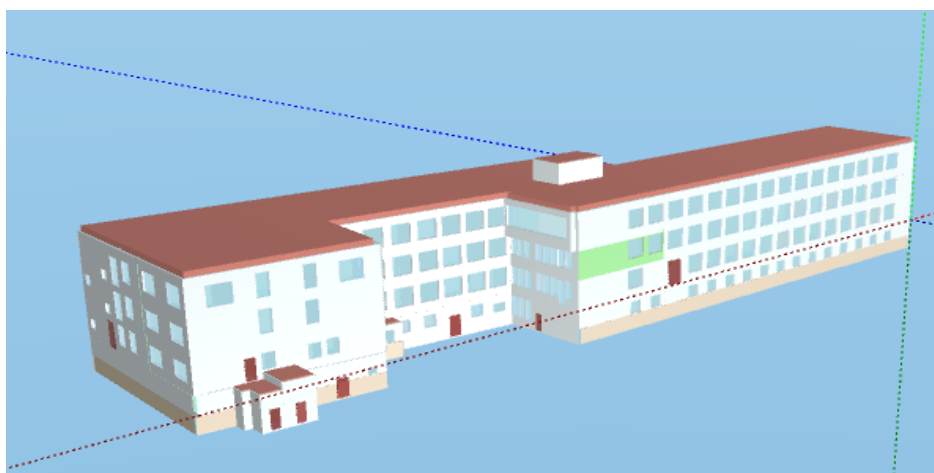
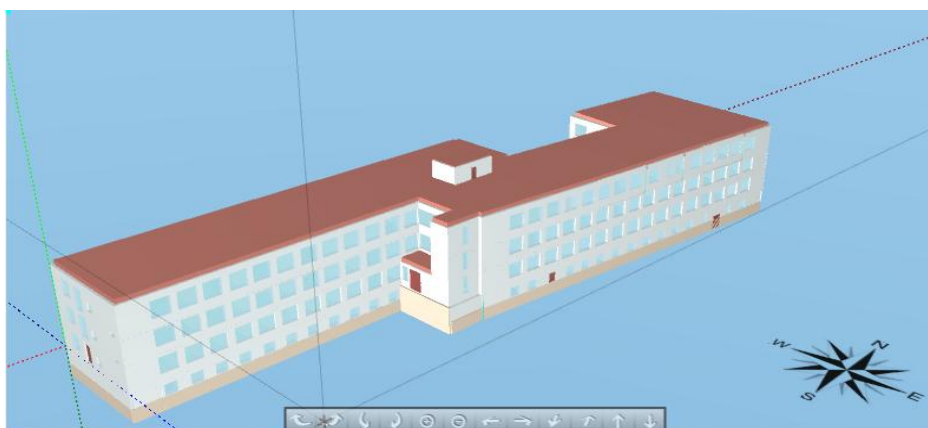
8.	Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji	
8.1 Opis robót		
<p>W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:</p>		
1.	Stropodach o powierzchni : 1656 m ² . Przewiduje się ocieplenie stropodachu wełną mineralną wdmuchiwana w przestrzeń międzystropową o współczynniku $\lambda = 0,038 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ o grubości 24 cm. Koszt usprawnienia : 324 907 zł.	
2.	Stropodach pom. tech. o powierzchni : 59 m ² . Przewiduje się ocieplenie stropodachu styropapą o współczynniku $\lambda = 0,038 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ o grubości 5 cm. Koszt usprawnienia : 11 052 zł.	
3.	Ściany zewnętrzne o powierzchni : 2154 m ² . Przewiduje się ocieplenie ścian styropianem metodą BSO o współczynniku $\lambda = 0,033 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ o grubości 15 cm. Koszt usprawnienia : 853 926 zł.	
4.	Ściany zewnętrzne sutereny o powierzchni : 859 m ² . Przewiduje się ocieplenie ścian sutereny styropianem ekstrudowanym o współczynniku $\lambda = 0,036 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ o grubości 15 cm. Koszt usprawnienia : 481 372 zł.	
5.	Okna o powierzchni : 840,6 m ² . Wymiana okien i montaż nawiewników o średnim współczynniku $U = 0,9 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Koszt usprawnienia : 1 868 748 zł.	
6.	Drzwi zewnętrzne o powierzchni : 32,9 m ² . Wymiana drzwi zewnętrznych na nowe o średnim współczynniku $U = 1,3 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Koszt usprawnienia : 131 600 zł.	
7.	Ściany zewn. Ocieplone o powierzchni : 145 m ² . Przewiduje się ocieplenie ścian styropianem metodą BSO o współczynniku $\lambda = 0,033 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ o grubości 6 cm. Koszt usprawnienia : 31 627 zł.	
8.	<p>Modernizacja układu c.w.u. Proponuje się częściowe wytwarzanie c.w.u. z pompy ciepła, wymianę zasobników c.w.u., instalacji c.w.u. oraz cyrkulacji i wykonanie izolacji przewodów oraz montaż zaworów termostatycznych z automatyczną dezynfekcją termiczną. Koszt usprawnienia : 1 026 533 zł. Usprawnienie obejmuje zmianę sposobu wytwarzania c.w.u.- częściowe wytwarzanie c.w.u. z pompy ciepła (ok. 40% całkowitego zużycia), wymianę zasobników c.w.u., wymianę przewodów instalacji c.w.u. oraz cyrkulacji (ok. 32 pionów i ok. 105 mb poziomów rozprowadzających i 420 mb rury pionowe), izolację przewodów rozprowadzających pianką poliuretanową (grubość w zależności od średnicy rur zgodnie z Warunkami Technicznymi), wyposażenie instalacji cyrkulacji w termostatyczne zawory cyrkulacyjne MTCV z automatyczną dezynfekcją termiczną wraz ze złączkami montażowymi i układem sterowania (wersja C). Szczegóły rozwiązania opisano w zał.7.</p> <p>Usprawnienie obejmuje: Przewiduje się wprowadzenie pompy ciepła typu powietrze/woda zasilanej elektrycznie wymiana grzejników żeliwnych i rurowych na grzejniki płytowe (ok. 189 szt.) wraz z montażem zaworów termostatycznych (głowice termostatyczne przeznaczone dla budynków publicznych (wandaloodporne)) oraz wymiana ins. Koszt usprawnienia wynosi: 1680864 zł.</p>	
8.2 Charakterystyka finansowa		
1.	Kalkulowany koszt robót wyniesie	6 410 629 zł
2.	Udział środków własnych inwestora	0 zł (0,0%)
3.	Kredyt bankowy	6 410 629 zł (100,0%)
4.	Przewidywana premia termomodernizacyjna	1 025 701 zł
6.	Czas zwrotu nakładów SPBT =	6 410 629 / 270 565 23,7 lat
8.3 Dalsze działania		
<p>Dalsze działania inwestora obejmują:</p>		
1.	Złożenie wniosku kredytowego i podpisanie umowy kredytowej;	
2.	Zawarcie umowy z wykonawcą projektu i robót	
3.	Realizacja robót i odbiór techniczny	

Załączniki do audytu

1. Załącznik Nr 1.
Wydruk komputerowy z programu bilansu cieplnego na sezonowe zapotrzebowanie na ciepło i moc cieplną dla budynku Audytor OZC 4.8 Pro dla:
stanu istniejącego i poszczególnych wariantów usprawnień termomodernizacyjnych
2. Załącznik Nr 2.
Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego
3. Załącznik Nr 3.
Obliczenie sprawności systemu grzewczego
4. Załącznik Nr 4.
Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej
5. Załącznik Nr 5.
Rysunki dotyczące położenia i rzutów budynku
6. Załącznik Nr 6.
Dobór instalacji fotowoltaicznej
7. Załącznik Nr 7.
Modernizacja c.w.u. - założenia

Załącznik Nr 1

Wydruk komputerowy z programu Audytor OZC 4.8 Pro dla :
stanu istniejącego



Załącznik Nr 1

Wydruk komputerowy z programu Audytor OZC 4.8 Pro dla :
wariantu Nr 1.

obejmującego następujące przedsięwzięcia termomodernizacyjne :

Ocieplenie : - Stropodach, Ocieplenie : - Stropodach pom. tech., Modernizacja układu c.w.u., Ocieplenie : - Ściany zewnętrzne , Ocieplenie : - Ściany zewnętrzne sutereny, Wymiana : - Okna , Wymiana : - Drzwi zewnętrzne, Ocieplenie : - Ściany zewn. Ocieplone, oraz modernizację układu c.o.

Załącznik Nr 2

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego		Przedsięwzięcie :	7.3.1
		Załącznik Nr 2	
<p>Dane: Współczynniki korekcyjne :</p> <p>Rodzaj wentylacji naturalna</p> <p>współczynnik przepływu dla okien przez termomodernizację okna z wadami szczelności $C_r = 1,0$</p> <p>stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru budynek na przestrzeni zabudowanej $C_w = 1,0$</p>			
	Ogółem		$V_{nom} = 15\ 238$
	Całkowity strumień powietrza wentylacyjnego z uwzględnieniem współczynników C_r i C_w		15 238

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego			Przedsięwzięcie :		
			Załącznik Nr 2		
<p>Dane: Współczynniki korekcyjne :</p> <p>Rodzaj wentylacji naturalna</p> <p>współczynnik przepływu dla okien przez termomodernizacją okna z wadami szczelności C_r = 1,0</p> <p>stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru budynek na przestrzeni zabudowanej C_w = 1,0</p>					
Symbol	Opis pomieszczenia	kubatura pomieszczenia [m ³]	wymiana powietrza [m ³ /h]	Dobór nawiewników	
				ciśnieniowe [szt]	higrosterowalne [szt]
1	2	3	4	5	6
ADMIN	Grupa ADMINISTRACJA	357,7	267,3		
BŁOK	Grupa BŁOK OPERACYJNY	454,9	1896,8		
BŁOK	Grupa BŁOK PORODOWY	473,1	399,3		
DIAGN	Grupa DIAGNOSTYKA RTG, USG	504,5	483,3		
DZIAŁ	Grupa DZIAŁ PRZYJĘĆ	826,8	478		
LABOR	Grupa LABOR. DIAGN.	244,8	337,9		
O/CHI	Grupa O/CHIRURGICZNY	1457,3	1152,5		
O/DZIE	Grupa O/DZIECIĘCY	815	580,6		
O/GIN	Grupa O/GINEKOLOGICZNY	927,3	677,9		
O/INTE	Grupa O/INTENSYWNEJ TERAPII	742,5	557,9		
O/INTE	Grupa O/INTERNISTYCZNY	2266,6	1667,6		
O/NO	Grupa O/NOWORODKOWY	502,6	381,4		
O/ORT	Grupa O/ORTOPEDYCZNY	1897,7	2331,2		
OGÓL	Grupa OGÓLNY	2383	1906,5		
POM.	Grupa POM. TECHNICZNE	1164,8	646,9		
PORA	Grupa PORADNIA SPECJALISTY	154,5	154,5		
PRAC.	Grupa PRAC.ENDOSKOPII	438	300,7		
REHAB	Grupa REHABILITACJA	654,9	561,6		
SOR	Grupa SOR	528,9	456,5		
Razem		16794,9	15238,4		

Załącznik Nr 3

Obliczenie sprawności systemu grzewczego

A.	Obliczenie sprawności systemu grzewczego				Przedsięwzięcie :	7.4.2
					Załącznik Nr 3. A.	
Dane dotyczące :						
A1. W stanie istniejącym						
A2. Wprowadzenie źródła ciepła w postaci pompy ciepła typu powietrze/woda zasilanej elektrycznie, wymiana instalacji c.o. wraz z grzejnikami i zastosowaniem zaworów termostatycznych						
Lp.	Rodzaj sprawności		Sprawności z komentarzem usprawnień A1.		Sprawności z komentarzem usprawnień A2.	
1	2	3	4	5	6	7
1	Sprawność wytwarzania	$\eta_g =$	0,95	węzeł ciepłowniczy bez obudowy o mocy nominalnej powyżej 300 kW	1,61	węzeł ciepłowniczy bez obudowy o mocy nominalnej powyżej 300 kW (80%) pompa ciepła typu powietrze/woda zasilana elektrycznie (20%)
2	Sprawność przesyłania	$\eta_d =$	0,90	ogrzewanie wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z zaizolowanymi przewodami , armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni nieogrzewanej	0,90	ogrzewanie wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z zaizolowanymi przewodami , armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni nieogrzewanej
3	Sprawność akumulacji	$\eta_s =$	1,00	brak zasobnika buforowego	0,90	zasobnik ciepła w systemie ogrzewania o parametrach 70/55C w przestrzeni nieogrzewanej
4	Sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_e =$	0,77	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej bez automatycznej regulacji miejscowej	0,88	ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji automatycznej i miejscowej z zaworem termostatycznym o działaniu proporcjonalnym z zakresem proporcjonalności P-2K
5	Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta = \eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_s \cdot \eta_e$	$\eta =$	0,658		1,148	
6	Przerwa w ogrzewaniu w okresie tygodnia	$w_t =$	1,00	brak przerw w ogrzewaniu w ciągu tygodnia	1,00	brak przerw w ogrzewaniu w ciągu tygodnia
7	Przerwa w ogrzewaniu w ciągu doby	$w_d =$	1,00	brak przerw w ciągu doby	0,95	zawory termostatyczne

B.	Obliczenie sprawności systemu grzewczego				Przedsięwzięcie :	
					7.4.2 Załącznik Nr 3.B.	
Dane dotyczące :						
B3.	Wprowadzenie źródła ciepła w postaci pompy ciepła typu powietrze/woda zasilanej elektrycznie, wymiana instalacji c.o. wraz z grzejnikami i zastosowaniem zaworów termostatycznych					
B4.	Wprowadzenie źródła ciepła w postaci pompy ciepła typu woda/grunt zasilaną elektrycznie, wymiana instalacji c.o. wraz z grzejnikami i zastosowaniem zaworów termostatycznych					
Lp.	Rodzaj sprawności	Sprawności z komentarzem usprawnień B3.			Sprawności z komentarzem usprawnień B4.	
1	2	3	4	5	6	7
1	Sprawność wytwarzania	$\eta_g =$	1,61	węzeł ciepłowniczy bez obudowy o mocy nominalnej powyżej 300 kW (80%) pompa ciepła typu powietrze/woda zasilana elektrycznie (20%)	1,97	węzeł ciepłowniczy bez obudowy o mocy nominalnej powyżej 300 kW (80%) pompa ciepła typu powietrze/woda zasilana elektrycznie (20%) (80%) pompa ciepła typu woda/grunt zasilana elektrycznie (20%)
2	Sprawność przesyłania	$\eta_d =$	0,90	ogrzewanie wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z zaizolowanymi przewodami , armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni nieogrzewanej	0,90	ogrzewanie wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z zaizolowanymi przewodami , armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni nieogrzewanej
3	Sprawność akumulacji	$\eta_s =$	0,90	zasobnik ciepła w systemie ogrzewania o parametrach 70/55C w przestrzeni nieogrzewanej	0,90	zasobnik ciepła w systemie ogrzewania o parametrach 70/55C w przestrzeni nieogrzewanej
4	Sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_e =$	0,88	ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji automatycznej i miejscowej z zaworem termostatycznym o działaniu proporcjonalnym z zakresem proporcjonalności P-2K	0,88	ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji automatycznej i miejscowej z zaworem termostatycznym o działaniu proporcjonalnym z zakresem proporcjonalności P-2K
5	Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta = \eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_s \cdot \eta_e$	$\eta =$	1,148		1,404	
6	Przerwa w ogrzewaniu w okresie tygodnia	$w_t =$	1,00	brak przerw w ogrzewaniu w ciągu tygodnia	1,00	brak przerw w ogrzewaniu w ciągu tygodnia
7	Przerwa w ogrzewaniu w ciągu doby	$w_d =$	0,95	zawory termostatyczne	0,95	zawory termostatyczne

C.	Obliczenie sprawności systemu grzewczego				Przedsięwzięcie :	
					7.4.3 Załącznik Nr 3.C.	
Dane dotyczące :						
C6. W stanie po wybraniu wariantu usprawnień do modernizacji budynku (ocieplenie + c.o.)				Wybrany wariant : A.2		
Lp.	Rodzaj sprawności			Sprawności z komentarzem usprawnień C6.		
1	2	3	4	5	6	7
1	Sprawność wytwarzania	$\eta_g =$	1,97	węzeł ciepłowniczy bez obudowy o mocy nominalnej powyżej 300 kW (80%) pompa ciepła typu powietrze/woda zasilana elektrycznie (20%) (80%) pompa ciepła typu woda/grunt zasilana elektrycznie (20%)	1,61	węzeł ciepłowniczy bez obudowy o mocy nominalnej powyżej 300 kW (80%) pompa ciepła typu powietrze/woda zasilana elektrycznie (20%)
2	Sprawność przesyłania	$\eta_d =$	0,90	ogrzewanie wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z zaizolowanymi przewodami , armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni nieogrzewanej	0,90	ogrzewanie wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z zaizolowanymi przewodami , armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni nieogrzewanej
3	Sprawność akumulacji	$\eta_s =$	0,90 GJ		0,90	zasobnik ciepła w systemie ogrzewania o parametrach 70/55C w przestrzeni nieogrzewanej
4	Sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_e =$	0,88	ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji automatycznej i miejscowej z zaworem termostatycznym o działaniu proporcjonalnym z zakresem proporcjonalności P-2K	0,88	ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji automatycznej i miejscowej z zaworem termostatycznym o działaniu proporcjonalnym z zakresem proporcjonalności P-2K
5	Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta = \eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_s \cdot \eta_e$	$\eta =$	1,404		1,148	
6	Przerwa w ogrzewaniu w okresie tygodnia	$w_t =$	1,00	brak przerw w ogrzewaniu w ciągu tygodnia	1,00	brak przerw w ogrzewaniu w ciągu tygodnia
7	Przerwa w ogrzewaniu w ciągu doby	$w_d =$	0,95	zawory termostatyczne	0,95	zawory termostatyczne

A.	Obliczenie sprawności systemu grzewczego				Przedsięwzięcie :	
					7.4.2	
Załącznik Nr 3.						
Dane dotyczące :						
A1. W stanie istniejącym						
A2. Wprowadzenie źródła ciepła w postaci pompy ciepła typu powietrze/woda zasilanej elektrycznie, wymiana instalacji c.o. Wybrany wariant : A2.						
Lp.	Rodzaj sprawności	Sprawności z komentarzem usprawnień A1.			Sprawności z komentarzem usprawnień A2.	
1	2	3	4	5	6	7
1	Sprawność wytwarzania	$\eta_g =$	0,95	węzeł ciepłowniczy bez obudowy o mocy nominalnej powyżej 300 kW	1,61	węzeł ciepłowniczy bez obudowy o mocy nominalnej powyżej 300 kW (80%) pompa ciepła typu powietrze/woda zasilana elektrycznie (20%)
2	Sprawność przesyłania	$\eta_d =$	0,90	ogrzewanie wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z zaizolowanymi przewodami , armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni nieogrzewanej	0,90	ogrzewanie wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z zaizolowanymi przewodami , armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni nieogrzewanej
3	Sprawność akumulacji	$\eta_s =$	1,00	brak zasobnika buforowego	0,90	zasobnik ciepła w systemie ogrzewania o parametrach 70/55C w przestrzeni nieogrzewanej
4	Sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_e =$	0,77	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej bez automatycznej regulacji miejscowej	0,88	ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji automatycznej i miejscowej z zaworem termostatycznym o działaniu proporcjonalnym z zakresem proporcjonalności P-2K
5	Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta = \eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_s \cdot \eta_e$	$\eta =$	0,66		1,15	
6	Przerwa w ogrzewaniu w okresie tygodnia	$W_t =$	1,00	brak przerw w ogrzewaniu w ciągu tygodnia	1,00	brak przerw w ogrzewaniu w ciągu tygodnia
7	Przerwa w ogrzewaniu w ciągu doby	$W_d =$	1,00	brak przerw w ciągu doby	0,95	zawory termostatyczne

A.	Obliczenie sprawności systemu grzewczego				Przedsięwzięcie :	
					7.4.2 Załącznik Nr 3. sprawność dla wariantu 1	
Dane dotyczące :						
A1. W stanie istniejącym						
A2. Wprowadzenie źródła ciepła w postaci pompy ciepła typu powietrze/woda zasilanej elektrycznie, wymiana instalacji c.o. Wybrany wariant : 1						
Lp.	Rodzaj sprawności	Sprawności z komentarzem usprawnień A1.			Sprawności z komentarzem usprawnień A2.	
1	2	3	4	5	6	7
1	Sprawność wytwarzania	$\eta_g =$	0,95	węzeł ciepłowniczy bez obudowy o mocy nominalnej powyżej 300 kW	1,61	węzeł ciepłowniczy bez obudowy o mocy nominalnej powyżej 300 kW (80%) pompa ciepła typu powietrze/woda zasilana elektrycznie (20%)
2	Sprawność przesyłania	$\eta_d =$	0,90	ogrzewanie wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z zaizolowanymi przewodami , armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni nieogrzewanej	0,90	ogrzewanie wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z zaizolowanymi przewodami , armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni nieogrzewanej
3	Sprawność akumulacji	$\eta_s =$	1,00	brak zasobnika buforowego	0,90	zasobnik ciepła w systemie ogrzewania o parametrach 70/55C w przestrzeni nieogrzewanej
4	Sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_e =$	0,77	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej bez automatycznej regulacji miejscowej	0,88	ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji automatycznej i miejscowej z zaworem termostatycznym o działaniu proporcjonalnym z zakresem proporcjonalności P-2K
5	Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta = \eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_s \cdot \eta_e$	$\eta =$	0,66		1,15	
6	Przerwa w ogrzewaniu w okresie tygodnia	$W_t =$	1,00	brak przerw w ogrzewaniu w ciągu tygodnia	1,00	brak przerw w ogrzewaniu w ciągu tygodnia
7	Przerwa w ogrzewaniu w ciągu doby	$W_d =$	1,00	brak przerw w ciągu doby	0,95	zawory termostatyczne

Załącznik Nr 4

Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania
cieplej wody użytkowej

Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną do przygotowania ciepłej wody użytkowej w stanie istniejącym oraz po termomodernizacji		Przedsięwzięcie :	
		7.3.2	
		Załącznik Nr 4	
Oplaty:			
c.w.u.	stała :	zmienna :	abonament :
	$O_{0m} = 11\,865,13 \text{ zł}/(\text{MW} \cdot \text{m} \cdot \text{c})$	$O_{n7} = 59,30 \text{ zł}/\text{GJ}$	$A_{0b} = 0,00 \text{ zł}/(\text{m} \cdot \text{c})$
	$O_{1m} = 11\,865,13 \text{ zł}/(\text{MW} \cdot \text{m} \cdot \text{c})$	$O_{1z} = 66,78 \text{ zł}/\text{GJ}$	$A_{1b} = 0,00 \text{ zł}/(\text{m} \cdot \text{c})$
	kr = 1		
Lp.	Treść		Wartość
1.	Powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze		$A_f = 5\,340 \text{ m}^2$
2.	Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u.		$V_{wi} = 0,0013 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$
3.	Średnie zapotrzebowanie dobowe na c.w.u. w budynku		$V_{dśr} = A_f \cdot V_{wi} = 6,94 \text{ m}^3/\text{d}$
4.	Średni czas dobowy nagrzewania na c.w.u.		$t = 4 \text{ h}$
5.	Średnie zapotrzebowanie godzinowe na c.w.u.		$V_{hśr} = V_{dśr} / 4 = 1,74 \text{ m}^3/\text{h}$
6.	Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m^3 wody		$Q_{cwj} = c_w \cdot \rho \cdot (t_c - t_{zw}) = 4,2 \cdot 1 \cdot (55 - 10) \cdot 10^{-3} = 0,189 \text{ GJ}/\text{m}^3$
7.	Maksymalna moc cieplna (dla instalacji z zasobnikiem c.w.u.)		$q_{cw} = V_{hśr} \cdot Q_{cwj} \cdot 279 = 91,4 \text{ kW}$
8.	Zamówiona moc cieplna (dla instalacji c.w.u.)		$q_{cw \text{ zamówiona}} = 91,4 \text{ kW}$
9.	Roczne zużycie c.w.u.		$V_{0cw} = V_{dśr} \cdot 366 = 2\,534 \text{ m}^3$
10.	Zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u.		$Q_{cw} = V_{0cw} \cdot Q_{cwj} = 478,9 \text{ GJ}$
11.	Zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. z uwzględnieniem sprawności		$Q_{cw}/(\eta_w \cdot \eta_m \cdot \eta_p) = 1\,451,2 \text{ GJ}$
Koszty ogrzewania c.w.u. w stanie istniejącym			
12.	Sprawność wytwarzania		$\eta_w = 93\%$
13.	Sprawność magazynowania		$\eta_m = 70\%$
14.	Sprawność przesyłania		$\eta_p = 50\%$
15.	Sprawność ogólna		$\eta_0 = 33\%$
16.	Koszt przygotowania c.w.u.		$O_{rcw} = Q_{cw} \cdot O_{z0}/\eta_0 + 12 \cdot q_{cw} \cdot O_{m0} + 12 \cdot A_{b0} = 99\,068 \text{ zł}$
17.	Koszt wody zimnej dla ceny jednostkowej = 8,00 zł/m ³		$O_{rwz} = V_{cw} \cdot 8,00 = 20\,272 \text{ zł}$
18.	Całkowity koszt roczny c.w.u.		$O_{r0} = O_{rcw} + O_{rwz} = 119\,340 \text{ zł}$
19.	Średni koszt 1 m ³ c.w.u.		$O_{rcw} / V_{cw} = 47,10 \text{ zł}/\text{m}^3$
Koszty ogrzewania c.w.u. po termomodernizacji			
20.	Sprawność wytwarzania		$\eta_w = 93\%$
21.	Sprawność magazynowania		$\eta_m = 85\%$
22.	Sprawność przesyłania		$\eta_p = 60\%$
23.	Sprawność ogólna		$\eta_1 = 47\%$
24.	Koszt przygotowania c.w.u.		$O_{rcw} = Q_{cw} \cdot O_{z1}/\eta_1 + 12 \cdot q_{cw} \cdot O_{m1} + 12 \cdot A_{b1} = 52\,496 \text{ zł}$
25.	Koszt wody zimnej dla ceny jednostkowej = 8,00 zł/m ³		$O_{rwz} = V_{1cw} \cdot 8,00 = 20\,272 \text{ zł}$
26.	Całkowity koszt roczny c.w.u.		$O_{r1} = O_{rcw} + O_{rwz} = 72\,768 \text{ zł}$
27.	Średni koszt 1 m ³ c.w.u.		$O_{rcw} / V_{cw} = 28,72 \text{ zł}/\text{m}^3$
28.	Roczne oszczędności kosztów produkcji c.w.u. po termomodernizacji		$\Delta O_r = O_{r0} - O_{r1} = 46\,572 \text{ zł}$
Uwagi :			
Szpital nie prowadzi ewidencji zużycia c.w.u. W celu jej oszacowania (wskaźniki w rozporządzeniu odnośnie świadectw , dają zbyt wysokie wyniki w stosunku do rzeczywistego zużycia energii wynikającego z faktur za energię) , przyjęto wskaźnik, który był wykorzystywany przez autorkę opracowania przy obliczeniach zużycia c.w.u. w innych Szpitalach, dla których dane były szacowane na podstawie rzeczywistego , rejestrowanego zużycia c.w.u.			

Załącznik Nr 5

Rysunki dotyczące położenia i rzutów budynku

- Rysunek 1 - Plan sytuacyjny
- Rysunek 2 - Rzut sutereny
- Rysunek 3 - Rzut kondygnacji powtarzalnej
- Rysunek 4 - Dokumentacja fotograficzna

Załącznik Nr 6

Dobór instalacji fotowoltaicznej

Dobór instalacji fotowoltaicznej

Założenia przyjęte do analizy zasadności wytwarzania energii elektrycznej w odnawialnych źródłach energii – moduły fotowoltaiczne.

Analizowanym rozwiązaniem alternatywnym jest system dostarczania energii elektrycznej oparty na sieci elektroenergetycznej, wspomagany instalacją fotowoltaiczną zlokalizowaną na dachu budynku lub na dachach budynków sąsiednich (w razie konieczności). Przewidywany uzysk z instalacji fotowoltaicznej dla wskazanej lokalizacji wynosi 1000 kWh/kWp.

elektryczną w 9,67% całkowitego zapotrzebowania energii. Zapotrzebowanie energii z rachunków wynosi rocznie 415 398 kWh , zapotrzebowanie dla pompy ciepła 101 607 kWh/rok.

Rozpatruje się trzy warianty wykonania instalacji fotowoltaicznej o mocy 50kW, 120kW i 150kW (moc instalacji dopasowana do miejsca na dachu budynku).

Parametr	Jednostka	Wartość			
			Wariant I	Wariant II	Wariant III
		energia elektryczna z sieci na potrzeby pompy ciepła do c.w.u. i oświetlenia (po modernizacji)		po modernizacji	
Moc instalacji fotowoltaicznej [kW]			50	120	150
Energia elektryczna (- zapotrzebowanie istniejące + pompa ciepła)	kWh/rok	517005,00	477505,00	422205,00	398505,00
Energia elektryczna(produkcja OZE)	kWh/rok	0	50000	120000	150000
Koszt jednostkowy wytworzenia 1 kWh energii	zł	0,59	0,59	0,59	0,59
Koszt energii roczny [zł/rok]	zł/rok	305032,95	281727,95	249100,95	235117,95
Koszty modernizacji	zł		275364	672000	840000
Oszczędność kosztów energii	zł/rok		23305	55932	69915
Czas zwrotu [SPBT]	lata		11,82	12,01	12,01

Wybrano wariant I charakteryzujący się najkrótszym czasem zwrotu kosztów inwestycji. Koszty instalacji wliczono w usprawnienie systemu c.o.

Załącznik Nr 7

Modernizacja c.w.u. - założenia

Modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej (c.w.u.)

Należy wymienić całą instalację wewnątrz budynku w zakresie poziomów i pionów wraz z izolacją. Wykonać nową instalację zapewniającą cyrkulację wody we wszystkich pionach.

Budynek posiada łącznie 32 piony.

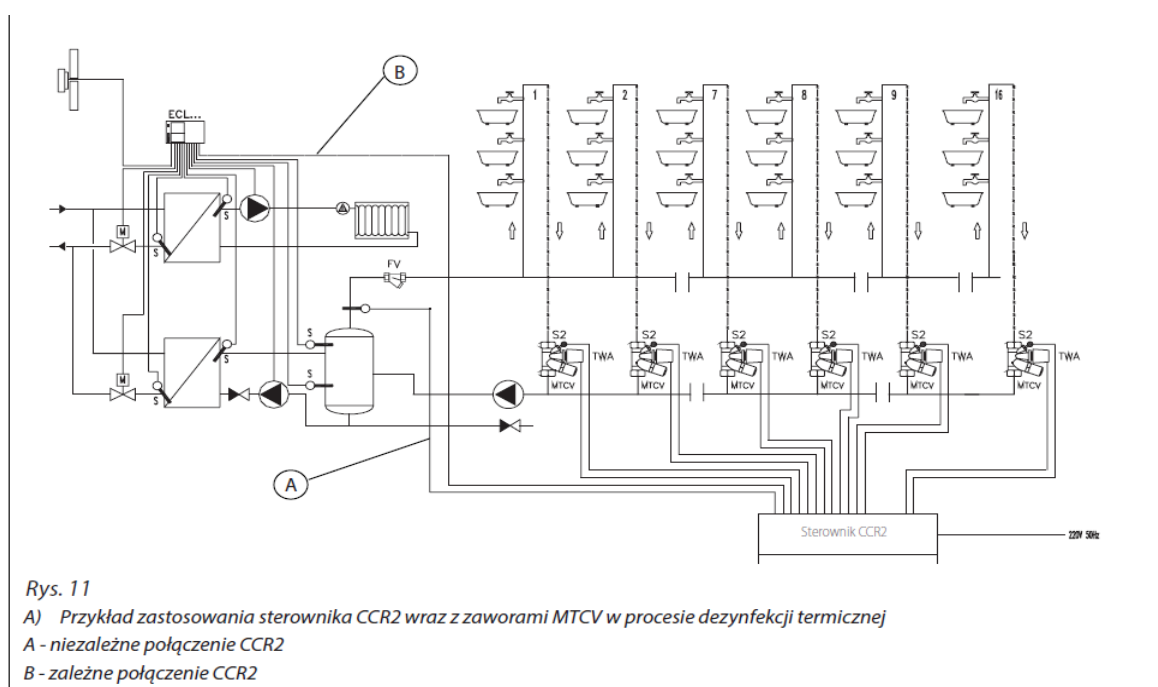
Proponuje się zastosowanie pod każdym pionem cyrkulacyjny wielofunkcyjnego termostatycznego zaworu cyrkulacyjnego w wersji z elektronicznym sterowaniem procesu dezynfekcji i monitorowaniem temperatury na poszczególnych pionach (np. MTCV typ C) współpracującym z rejestratorem temperatur z funkcją dezynfekcji instalacji ciepłej wody użytkowej (np. CCR2).

Zastosowanie powyższego rozwiązania zapewni:

- termostatyczną regulację wody w instalacji cyrkulacyjnej w zakresie 35-60oC
- automatyczną dezynfekcję sterowaną elektronicznie z możliwością wyboru temperatury i czasu dezynfekcji
- możliwość automatycznego płukania instalacji.
- możliwość ciągłego monitorowania temperatury cyrkulacji na każdym pionie
- skrócenie czasu przegrzewu do minimum dzięki sekwencyjnemu sterowaniu pionami.
- zabezpieczenie instalacji przed skutkami odkładania się osadów w instalacji na skutek utrzymywania wysokich temperatur
- zabezpieczenie pompy przed kawitacją
- możliwość podłączenia do istniejących sterowników w kotłowni lub systemu monitoringu budynku

Na odcściach cyrkulacji do urządzeń niewiępiętych do pionów należy zastosować zawory z automatyczną dezynfekcją (np. MTCV typ B)

Proponowane zawory MTCV i przykład ich stosowania



Załącznik Nr 8

Wskaźniki rezultatu

Szpital Słubice - obliczenie wskaźników projektu

Energia ciepła

Wskaźnik rezultatów	Jednostka	Wartość bazowa		Wartość docelowa		Efekt (w wyniku termomodernizacji)	
		przed modernizacją	po modernizacji	przed modernizacją	po modernizacji		
Zmniejszenie zużycia energii końcowej	MWh/rok	2351,7142	739,7753	1611,9389	68,54%		
Ograniczenie emisji gazów cieplarnianych związanych z użytkowaniem budynku	Tony ekwiwalentu CO ₂ /rok	932,1415	352,4891	579,6524	62,19%		
Zwiększenie ilości energii uzyskiwanej ze źródeł odnawialnych w bilansie energetycznym w budynku	MWh/rok	0,0000	50,0000	50,0000	100,00%		
Zmniejszenie rocznego zużycia energii pierwotnej w budynku	MWh/rok	2625,5053	1181,9971	1443,5082	54,98%		

Efekt ekologiczny

	Przed modernizacją	Po modernizacji	Redukcja	
Zużycie energii cieplnej (c.o. + c.w.u.) GJ/rok - SEC	7301,60	1462,63	5838,97	79,97%
Zużycie energii cieplnej (c.o. i c.w.u.) GJ/rok - energia elektryczna	0,00	602,27	-602,27	
Zużycie energii cieplnej (c.o. i cwu) kWh/rok - energia elektryczna	0,00	167297,22	-167297,22	
Energia elektryczna z instalacji pv kWh/rok	0,00	50000,00		
wskaźnik emisji WE - sieć miejska kg/GJ	94,08	94,08		
wskaźnik emisji - energia el kg/MWh	758	758		
Emisja CO ₂ kg	686934,5280	226515,5248	460419,0032	67,03%

Energia elektryczna - oświetlenie wbudowane

	Przed modernizacją kg CO ₂ /rok	Po modernizacji kg CO ₂ /rok	Redukcja CO ₂	
			kg CO ₂ /rok	%
1	2	3	4 = (2-3)	5 = (4 / 2) x 100
Roczne zużycie energii elektrycznej MWh/rok	323,492	166,192		
Wskaźnik emisji (WE) kg/MWh **	758	758		
emisja CO ₂ kg/rok	245206,9360	125973,536	119233,4	48,63%

Wskaźniki łącznie

Wskaźnik - nazwa	Jednostka	Wartość bazowa	Wartość docelowa
Zmniejszenie rocznego zużycia energii pierwotnej w budynkach publicznych	kWh/rok	2625505,3333	1181997,1333
Ilość zaoszczędzonej energii cieplnej	GJ/rok	7301,6000	2064,9000
Ilość zaoszczędzonej energii elektrycznej	MWh/rok	323,4920	166,1920

Ilość energii wytwarzanej ze źródeł odnawialnych	MWh/rok	0,0000	50,0000
Szacowany roczny spadek emisji gazów cieplarnianych	tony równoważnika CO ₂	932,1415	352,4891

129

1. Wyznaczanie udziału odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową w budynku lub części budynku

Udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową wyznacza się według wzoru:

$$U_{oze} = (Q_{k,H,oze} + Q_{k,W,oze} + Q_{k,C,oze} + Q_{k,L,oze} + E_{pom,oze}) / Q_k * 100\%$$

gdzie:

Q_{k,H,oze} - roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku lub części budynku dla systemu ogrzewania zapewniane przez odnawialne źródła energii*)

Q_{k,W,oze} - roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku lub części budynku dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej zapewniane przez odnawialne źródła energii**)

Q_{k,C,oze} - roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku lub części budynku dla systemu chłodzenia zapewniane przez odnawialne źródła energii***)

Q_{k,L,oze} - roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku lub części budynku dla systemu wbudowanej instalacji do budynku lub części budynku dla systemu wbudowanej instalacji oświetlenia zapewniane przez odnawialne źródła energii

E_{eI,pom,oze} - roczne zapotrzebowanie na energię pomocniczą końcową dostarczaną do budynku lub części budynku dla systemów technicznych zapewniane przez odnawialne źródła energii

Q_k - roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku lub części budynku dla systemów technicznych

(*)W przypadku pomp ciepła o wartości $\eta_{H,g}$ większej od 1 wyznacza się według wzoru:

$$Q_{k,H,oze} = Q_{k,H} * (1 - 1/\eta_{H,g})$$

(**)W przypadku pomp ciepła o wartości $h_{H,g}$ większej od 1 wyznacza się według wzoru:

$$Q_{k,W,oze} = Q_{k,W} * (1 - 1/\eta_{W,g})$$

zatem:

Q _{k,oze} pompa ciepła (tzw. dolne źródło)=	317,68	GJ/rok	stan po modernizacji
Q _{k,oze} energia elektryczna (instalacja pv) =	180	GJ/rok	
U_{oze} =	24,10%		