




Krajowa Agencja Poszanowania Energii SA

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

**Uniwersytecki Dziecięcy Szpital Kliniczny im. L.
Zamenhofs w Białymstoku, Blok A1**

Adres budynku	Blok A1 ulica: Jerzego Waszyngtona 17 kod: 15-274 miejscowość: Białystok powiat: białostocki województwo: podlaskie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : Marta Sikorska tytuł zawodowy: mgr inż.

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku				
1. Dane identyfikacyjne budynku				
1.1	Rodzaj budynku	opieki zdrowotnej	1.2.	Rok budowy
				1988
1.3.	Właściciel lub zarządca (Nazwa lub imię i nazwisko, adres)	Uniwersytecki Dziecięcy Szpital Kliniczny ul. Jerzego Waszyngtona 17 kod 15-369 Białystok tel. +48 85 745 05 00	1.4.	Adres budynku ul. Jerzego Waszyngtona 17 kod 15-369 Białystok powiat białostocki woj. podlaskie
2. Nazwa, nr. REGON i adres firmy wykonującej audyt Krajowa Agencja Poszanowania Energii SA Al. Jerozolimskie 65/79, 00-697 Warszawa tel. +48 22 626 09 10, fax. +48 22 626 09 11 e-mail: kape@kape.gov.pl www.kape.gov.pl				
3. Imię i nazwisko, nr. PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis mgr inż. Marta Sikorska tel. +48 22 626 09 10, fax. +48 22 626 09 11  msikorska@kape.gov.pl				
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje				
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu	Posiadane kwalifikacje (ew. uprawnienia)	
1.	Marta Sikorska	obliczenia OZC, optymalizacja		
2.	Magdalena Jóźwiak	obliczenia OZC, optymalizacja		
3.	Marcin Dłużewski	obliczenia OZC, optymalizacja		
4.	Ilona Wojdyła	obliczenia OZC, optymalizacja		
5.	Michał Jarosiński	obliczenia OZC, optymalizacja		
6.	Michał Zarębski	obliczenia OZC, optymalizacja		
7.	Dariusz Koc	obliczenia OZC, optymalizacja		
5.	Miejscowość	Warszawa	Data wykonania opracowania	2019-08-12
6. Spis treści				
				str
1.	Strona tytułowa			3
2.	Karta audytu energetycznego			5
3.	Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budowlanego budynku			7
4.	Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku			8
5.	Ocena stanu technicznego budynku			12
6.	Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych			14
7.	Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			19

8.	Opis wariantu optymalnego	22
----	---------------------------	----

2. Karta audytu energetycznego budynku			
1. Dane ogólne			
1.	Konstrukcja/technologia budynku	Budynek o konstrukcji szkieletowej prefabrykowanej w systemie "stół - rygiel" w układzie poprzecznym trój i wielotraktowym	
2.	Liczba kondygnacji	10	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	8 743,90	
4.	Powierzchnia budynku netto [m ²]	2 576,75	
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m ²]	n.d.	
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	n.d.	
7.	Liczba lokali mieszkalnych	-	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	199	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	węzeł cieplny, instalacja c.w.u.	
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	centralne, wodne	
11.	Współczynnik kształtu A/V	0,14	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m ² ·K]		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Ściana zewnętrzna naziemia	0,477	0,477
2.	Ściana zewnętrzna niski parter	0,436	0,436
3.	Ściana zewnętrzna podziemna	0,436	0,436
4.	Strop międzykondygnacyjny	0,639	0,639
5.	Strop piwniczny	0,586	0,586
6.	Stropodach	0,248	0,248
7.	Okno zewnętrzne	1,700	1,700
8.	Drzwi zewnętrzne	2,000	2,000
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania	0,95	0,95
2.	Sprawność przesyłu	0,90	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,77	0,93
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewania w okresie tygodnia	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,00	1,00
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania	0,93	0,93
2.	Sprawność przesyłu	0,45	0,70
3.	Sprawność wykorzystania	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna, kominy	okna, kominy
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h]	6 120,80	6 120,80
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	0,70	0,70
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	149,58	149,58
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	14,40	14,40
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	926,90	926,90
4.	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1 407,91	1 092,84
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania c.w.u. [GJ/rok]	423,70	272,38

6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	1 391,52	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	456,27	-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² ·rok)]	99,92	99,92
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² ·rok)]	151,78	117,81
10.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00	0,00
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku [zł/GJ]	53,79	53,79
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł/(MW m-c)]	11 430,09	11 430,09
3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej [zł/m ³]	24,23	15,58
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc [zł/(MW m-c)]	11 430,09	11 430,09
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)]	3,91	3,10
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	-	-
7.	Inne [zł]	-	-
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu [zł]	n.d.	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	25,48
Planowane koszty całkowite [zł]	666 266,00	Premia termomodernizacyjna [zł]	n.d.
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]			25 116,10

3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora

3.1. Dokumentacja projektowa:

- Inwentaryzacja budynku, książka obiektu budowlanego, projekt techniczno-roboczy

3.2. Inne dokumenty

3.3. Osoby udzielające informacji

- Wojciech Roszkowski
- Marek Forys

3.4. Data wizji lokalnej

- 2019-07-12

3.5. Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zlecniodawcy)

- obniżenie kosztów ogrzewania budynku
- dokonanie analizy ekonomicznej opłacalności realizacji działań w zakresie termomodernizacji

3.6. Zadeklarowany maksymalny wkład własny na pokrycie kosztów termomodernizacji

- nie określono

3.7. Materiały wykorzystane w opracowaniu

1. Ustawa z dnia 21.11.2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów –Dz.U. Nr 223, poz.1459.
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego z dnia 17.03.2009r.
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego z dnia 03.09.2015r.
4. Polska Norma PN-EN-ISO-6946 – „Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania”.
5. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 05.07.2013r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.
6. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27.02.2015r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej.
7. Polska Norma PN-B-03430:1983 „Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania”.
8. Polska Norma PN-EN 12831 „Instalacje grzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego”.
9. Polska Norma PN- EN ISO 13790:2008 – „Energetyczne właściwości użytkowe budynków – obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia ”
10. Program komputerowy „Audyt OZ 6.9 Pro” do obliczania sezonowego zapotrzebowania ciepła do ogrzewania budynków.
11. Wizje lokalne i wywiady z administracją budynku.

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4.a. Ogólne dane o budynku

Identyfikator budynku	Budynek opieki zdrowotnej		
Własność	prywatna	spółdzielcza	publiczna X
Przeznaczenie budynku	mieszkalny	mieszk-usługowy	inny X
Adres	15-369 Białystok, ul. Jerzego Waszyngtona 17		
Budynek	wysokościowy		

Rok budowy		1988		Rok zasiedlenia		2003	
Technologia budynku		UW-2Ż-cegła żerańska		RWB	BSK	RBM-73	RWP-75
PBU-59	PBU-62	UW 2-J	WUF-62	WUF-T	OWT-67	OWT-75	"Szczecin"
W-70	Wk-70	SBM-75	ZSBO	"Stolica"	monolit	tradycyjna	ramowa
szkieletowa		inna, jaka: <u>żelbetowe prefabrykowane słupy i rygle</u>					
1	Powierzchnia zabudowana [m ²]	345,00	7	Liczba kondygnacji nadziemnych	9		
2	Kubatura budynku [m ³]	11 295,00	8	Liczba kondygnacji podziemnych	1		
3	Kubatura ogrzewanej części budynku [m ³]	8 743,90	9	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	2,2-3,3		
4	Powierzchnia użytkowa [m ²]	10 276,40	10	Liczba użytkowników	199		
5	Powierzchnia nieużytkowa ogrzewanej części budynku [m ²]	328,2					
6	Budynek podpiwniczony	tak					

[illegible]

4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Blok A1 jest obiektem składającym się z 9 kondygnacji nadziemnych oraz podziemnej kondygnacji technicznej. Budynek o konstrukcji szkieletowej prefabrykowanej w systemie "słup-rygiel" w układzie poprzecznym. Ściany fundamentowe żelbetowe ciągłe, elementy nośne prefabrykowane słupy i rygle. Stropy wielkowymiarowe prefabrykowane płyty stropowe żelbetowe typu "SP".

Stolarka okienna drewniana klejona, w dobrym stanie technicznym. Okna dwuszybowe o przyjętej wartości współczynnika przenikania ciepła $U = 1,70 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Drzwi zewnętrzne wejściowe z profili ALU, ocieplane. Współczynnik przenikania ciepła drzwi głównych ustalono na $U = 2,00 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Stropodach pełny wentylowany, kryty papą. Warstwa termoizolacji stropodachu o gr. 15 cm.

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

Lp.	Opis	Pow. całkow. m^2	Pow. do obliczeń strat ciepła m^2	U_k $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
1.	Ściana zewnętrzna naziemia	1 223,06	1 111,87	0,477
2.	Ściana zewnętrzna niski parter	114,38	103,98	0,436
3.	Ściana zewnętrzna podziemna	113,78	113,78	0,436
4.	Strop międzykondygnacyjny	2 385,60	2 385,60	0,639
5.	Strop piwniczny	340,80	340,80	0,586
7.	Stropodach	321,85	357,61	0,248
8.	Okno zewnętrzne	340,92	340,92	1,700
9.	Drzwi zewnętrzne	6,94	6,94	2,000

4.d. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.o.)	q_{moc} [kW]	149,58
2.	Zamówiona moc cieplna (łącznie dla c.o. i c.w.u.)	q [kW]	253,49
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	Q_H [GJ]	926,90
4.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła	$E=Q_H/V$ [kWh/m ³ a]	29,45
5.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	Q_s [GJ]	1 407,91
6.	Taryfa opłat (bez VAT)		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	PLN/MW	9 292,76
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	PLN/GJ	43,73
	opłata abonamentowa miesięcznie	PLN	0

4.e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	wodna, pompowa, z dolnym rozdziałem czynnika grzeijnego
2.	Obliczeniowe parametry pracy instalacji	90/70 °C
3.	Przewody w instalacji	przewody poziome stalowe ze szwem prowadzone w kondygnacji technicznej, duże ubytki izolacji w węźle
4.	Rodzaje grzejników	członowe, żeliwne radiatorowe typu T-1
5.	Oslonięcie grzejników	nieosłonięte
6.	Zawory termostatyczne	typu AB-QM Danfoss
7.	Sprawności składowe systemu grzewczego	$\eta_g = 0,95$ $\eta_d = 0,90$ $\eta_e = 0,77$ $\eta_s = 1,00$ $\eta_{co} = 0,66$
8.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu/liczba godzin na dobę	7/24
9.	Modernizacja instalacji	brak

4.f. Charakterystyka instalacji cieplnej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	centralne przygotowanie w węźle cieplnym, wodna
2.	Piony i ich izolacja	obiegi izolowane
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	-
4.	Zużycie ciepłej wody w m ³ /m-c określone wg. pomiaru	78,38

4.g. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	naturalna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	6 120,80

4.h. Charakterystyka węzła cieplnego lub kotłowni w budynku

Źródłem ciepła dla budynku jest węzeł cieplny znajdujący się w bloku G1. Czynnik grzewczy jest rozprowadzany siecią międzyblokową do rozdzielaczy w kondygnacjach technicznych poszczególnych bloków. Przewody poziome są prowadzone w kondygnacji technicznej pod stropem. Węzeł cieplny w średnim stanie technicznym, do modernizacji.

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1. Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku

Na podstawie dokonanych oględzin można stwierdzić, że ogólny stan techniczny budynku jest wystarczająco dobry.

5.2. System grzewczy

Efektywność energetyczną systemu centralnego ogrzewania ocenia się jako średnią. Źródłem ciepła dla bloku jest węzeł cieplny zlokalizowany w bloku G1, następnie czynnik grzewczy rozprowadzany jest siecią międzyblokową do rozdzielaczy w kondygnacji technicznej. Parametry wody grzewczej przygotowywane są na podstawie krzywej grzewczej wspólnie dla wszystkich bloków zasilanych z węzła. W bloku zainstalowano termostatyczne zawory przygrzejnikowe. Instalację zrównoważono za pomocą kryz dławiących. Zaobserwowano ubytki izolacji.

5.3. System zaopatrzenia w c.w.u.

Budynek jest wyposażony w system centralnego przygotowania ciepłej wody użytkowej z cyrkulacją, podgrzewanej w węźle cieplnym. Widoczne ubytki izolacji, instalacja w słabym stanie technicznym.

5.4. System wentylacji

Wentylacja naturalna, z nawiewem świeżego powietrza przez stolarkę okienną, wywiew przez kominy.

6. Zbiorcze zestawienie oceny stanu istniejącego budynku i możliwości realizacji usprawnień

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1.	<p><u>Przegrody zewnętrzne</u> mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła U [$W/m^2 \cdot K$]</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ściana zewnętrzna naziemia $U = 0,477$ - Ściana zewnętrzna niski parter $U = 0,436$ - Ściana zewnętrzna podziemna $U = 0,436$ - Stropodach $U = 0,248$ 	Nie zaleca się docieplenia przegród zewnętrznych w budynku.
2.	<p><u>Przegrody wewnętrzne</u> oddzielające pomieszczenia ogrzewane od nieogrzewanych mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła U [$W/m^2 \cdot K$]</p> <ul style="list-style-type: none"> - strop nad nieogrzewaną piwnicą $U = 0,586$ 	Nie zaleca się docieplenia przegród wewnętrznych w budynku.
3.	<p><u>Okna</u> w dość dobrym stanie technicznym o dobrym wsp. przenikania ciepła</p> <ul style="list-style-type: none"> - Okna zewnętrzne $U = 1,70 \text{ W}/(m^2 \cdot K)$ <p><u>Drzwi</u> z profili ALU o wsp. przenikania ciepła $U = 2,00 \text{ W}/(m^2 \cdot K)$.</p>	Nie zaleca się wymiany stolarki okiennej.
4.	<p><u>System grzewczy</u></p> <p>Instalacja wewnętrzna typu tradycyjnego o niskiej sprawności regulacji, przesyłu i wytwarzania ciepła.</p>	Zaleca się modernizację instalacji centralnego ogrzewania, w zakresie: montażu automatyki sterującej pracą instalacji, wymiany i izolacji rurociągów, montaż zaworów regulacyjnych i równoważących, montaż licznika ciepła na instalacji c.o., wymiany grzejników.
5.	<p><u>System przygotowania ciepłej wody użytkowej</u></p> <p>Instalacja typu tradycyjnego o niskiej sprawności wytwarzania i przesyłu.</p>	Zaleca się modernizację instalacji centralnej ciepłej wody użytkowej w zakresie: wymiany i izolacji instalacji cwu, montaż licznika ciepła instalacji c.w.u. oraz zastosowanie systemu automatyki budynkowej.

7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego**7.1. Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło**

Lp.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1.	Podwyższenie sprawności instalacji c.o.	Kompleksowa modernizacja instalacji, obejmująca zastosowanie systemu automatyki budynkowej w celu podwyższenia sprawności regulacji, wymiana i izolacja rurociągów, wymiana grzejników żeliwnych.
2.	Zmniejszenie strat na przesyle ciepłej wody użytkowej	Kompleksowa modernizacja instalacji i izolacja rurociągów.

Uwaga:

1. Wykonanie wszystkich prac powinno być poprzedzone wykonaniem w niezbędnym zakresie odpowiednich, szczegółowych technicznych projektów wykonawczych, zarówno w zakresie
2. Realizacja robót budowlanych i instalacyjnych powinna być powierzona wyspecjalizowanym w wymaganych zakresach firmom budowlanym, a w trakcie realizacji robót należy zapewnić odpowiedni nadzór budowlany.
3. Odbiory wszystkich zrealizowanych prac powinny przebiegać zgodnie z wymogami obowiązującego w tym zakresie prawa, norm i dobrych praktyk.

7.2. Ocena opłacalności i wyboru usprawnień dot. zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody i zapotrzebowania na ciepło na ogrzanie powietrza wentylacyjnego

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

- Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia dotyczącego zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepła i ciepłej wody użytkowej.
- Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie.

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie			W stanie obecnym	Po termo- modernizacji	jedn.
t_{wo}	temp. w pomieszczeniach ogrzewanych		20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
t_{wp}	temp. w piwnicy		8,6	8,6	$^{\circ}\text{C}$
t_{zo}			-22,0	-22,0	$^{\circ}\text{C}$
S_d *	liczba stopniodni - pom. ogrzewane		4 021,90	4 021,90	dzień-K/rok
	liczba stopniodni - piwnica	strop	1 823,72	1 823,72	dzień-K/rok
		ściana przyziemia	2 198,18	2 198,18	dzień-K/rok
O_{0m}, O_{1m}	opłata stała za moc		11 430,09	11 430,09	PLN/(MW·mc)
O_{0z}, O_{1z}	opłata stała na ciepło		53,79	53,79	PLN/GJ
A_{b0}, A_{b1}	opłata abonamentowa		0	0	PLN/m-c

* liczbę stopniodni przyjęto jak dla stacji meteorologicznej Białystok

7.2.7. Ocena i wybór przedsięwzięcia modernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej

Opis: Proponuje się kompleksową modernizację systemu rozprowadzania c.w.u.: montaż nowych pomp cyrkulacyjnych, licznika ciepła instalacji oraz izolację obiegów cwu i implementację systemu centralnej automatyki sterującej instalacją.

Lp.	Parametr	Jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1.	Zapotrzebowanie ciepła na c.w.u.	GJ/a	177,32	177,32
2.	Sprawność systemu	-	0,42	0,65
3.	Oszczędność	PLN/a		8 139,3
	Koszt modernizacji	PLN		105 186,25
4.	SPBT	lata		12,92

KOSZT: 105 186,25 PLN

Podstawa przyjętych nakładów inwestycyjnych

Nakłady inwestycyjne uwzględniają koszt elementów hydraulicznych, izolacji rurociągów, robót montażowych i wykończeniowych, a także systemu centralnej automatyki sterującej BMS.

KOSZT	105 186,25 PLN	SPBT	12,92 lat
--------------	----------------	-------------	-----------

7.2.8. Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia modernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego

Dane: $Q_{oco} = 926,90$ GJ/a $w_{to} = 1$ $w_{do} = 1$ $\eta_o = 0,658$

Proponuje się modernizację systemu centralnego ogrzewania w zakresie:

- regulacji hydraulicznej,
- płukania chemicznego instalacji,
- montażu licznika ciepła instalacji ogrzewania,
- wymianie i izolacji rurociągów,
- wymianie grzejników żeliwnych,
- system centralnej automatyki sterującej instalacją.

W tabeli poniżej zestawiono zmiany współczynników sprawności związane z wprowadzeniem proponowanych usprawnień.

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności			
		przed		po	
1.	wytwarzanie ciepła	$\eta_w =$	0,95	$\eta_w =$	0,95
2.	przesyłanie ciepła	$\eta_p =$	0,90	$\eta_p =$	0,96
3.	regulacja systemu ogrzewania	$\eta_r =$	0,77	$\eta_r =$	0,93
4.	wykorzystanie ciepła	$\eta_e =$	1,00	$\eta_o =$	1,00
5.	sprawność całkowita systemu	$\eta =$	0,658	$\eta =$	0,848
6.	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t =$	1,00	$w_t =$	1,00
7.	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d =$	1,00	$w_d =$	1,00

Ocena proponowanego przedsięwzięcia

Lp.	Omówienie	jedn.	Stan istniejący	po
1.	sprawność całkowita systemu grzewczego	-	0,66	0,85
2.	Uwzględnienie przerw tygodniowych w_t	-	1,00	1,00
3.	Uwzględnienie przerw dobowych w_d	-	1,00	1,00
4.	Oszczędność kosztów ΔQ_{rco}	PLN/a		16 977,00
5.	Koszt przedsięwzięcia N_{co}	PLN		561 079,75
6.	SPBT	lata		33,05

Koszty szacunkowe

Wariant I(po modernizacji)

1. Modernizacja c.o.	m^2	cena zł/ m^2	koszt
	2 576,75	218	561 079,75

Koszty modernizacji instalacji c.o. budynku uwzględniają koszty wszystkich zalecanych prac w zakresie opisanym powyżej oraz koszty robocizny i wykończeniowe.

Uwaga:

Po wykonaniu prac termomodernizacyjnych przegród budynku należy dostosować instalację do nowego zapotrzebowania na ciepło. W tym celu należy dobrać odpowiednią moc wymienników ciepła, zrównoważyć hydraulicznie całą instalację dobierając nowe nastawy zaworów regulacyjnych i równoważących, strumień i temperaturę czynnika grzewczego.

7.2.9. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT			
Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, PLN	SPBT, lata
1	2	3	4
1.	Modernizacja instalacji c.o.	561 079,75	33,05
2.	Modernizacja instalacji c.w.u.	105 186,25	12,92

7.3. 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

7.3.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Do analizy przyjęto następujące warianty usprawnień:

Zakres	Nr wariantu	
	1	2
Modernizacja instalacji c.o.	X	X
Modernizacja instalacji c.w.u.	X	

7.4. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

$$Q_0 = W_{d0} * Q_{oco} / \eta + Q_{ocw}$$

$$q_0 = q_{oco} + q_{ocw}$$

$$O_{or} = Q_0 * O_z + q_0 * O_m * 12$$

$$Q_{11} = W_{d1} * Q_{1co} / \eta_1 + Q_{1cw}$$

$$q_1 = q_{1co} + Q_{1cw}$$

$$Q_{1r} = Q_1 * O_z + q_1 * O_m * 12$$

$$O_r = O_{11} - O_{or}$$

Numer wariantu	Sezonowe zapotrz. na ciepło	Zapotrz. na moc	Wsp. spraw. i przew. w ogrzew.	Ciepło do podgrzania wody	Moc do podgrzania wody	Całkowite zapotrzeb. na ciepło		Całkowite zapotrz. na moc	Całkowite koszty energii	Roczna oszczędność kosztów energii	Planowane całkowite koszty robót
						Q_{oco}	Q_{1co}				
						GJ	GJ				
1	2	3	4	5	6			8	9	10	11
stan istn.	926,90	149,58	0,66 1,000	423,7	14,404		1 832,37	163,98	121 051,56		
1	926,90	149,58	0,85	272,4	14,404		1 365,42	163,98	95 935,45	25 116,10	666 266,00
2	926,90	149,58	1,00	423,7	14,404		1 516,75	163,98	104 074,77	16 976,78	561 079,75

7.5. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię	SPBT
		PLN	PLN	$[(Q_0 - Q_1)/Q_0] * 100\%$ %	
1	2	3	4	5	6
1.	1	666 266,00	25 116,10	25,48	26,53
2.	2	561 079,75	16 976,78	17,22	33,05

8. PROPOZYCJA OPTYMALNEGO WARIANTU I ZAKRESU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO

Jako optymalny proponuje się przyjąć wskazany w tabeli w pkt. 7.3. Wariant 1.

Wariant ten jest kompleksowy obejmujący realizację zasadnych z technicznego i ekonomicznego punktu widzenia przedsięwzięć modernizacyjnych.

Wszystkie zaproponowane przedsięwzięcia spełniają wymagania stawiane przez przepisy techniczno-budowlane od 1 stycznia 2021.

8.1. Opis wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

1. Kompleksowa modernizacja c.o.
2. Modernizacja instalacji c.w.u.

ŁĄCZNY KOSZT REALIZACJI WSKAZANEGO WARIANTU TERMOMODERNIZACYJNEGO WYNOSI:

666 266,00 PLN BRUTTO

8.2. Dodatkowe prace

1. Wymiana oświetlenia wewnętrznego w budynku zgodnie z Załącznikiem 7 **128 825,28 PLN BRUTTO**

ŁĄCZNY KOSZT REALIZACJI WSZYSTKICH PRZEDSIĘWZIĘĆ WYNOSI:

795 091,28 PLN BRUTTO

8.3. Dalsze działania

Dalsze działania właściciela obiektu powinny objąć:

1. Wykonanie w niezbędnym zakresie ekspertyz i analiz, które potwierdzą możliwość realizacji robót o zakresie wskazanym w niniejszym opracowaniu.
2. Dokonanie montażu finansowego w celu zapewnienia środków na realizację inwestycji.
3. Wykonanie projektów instalacyjnych związanych z realizacją prac.
4. Realizacja prac.
5. Rozruch instalacji.
6. Po realizacji prac termomodernizacyjnych zaleca się wykonanie próby szczelności powietrznej budynku, zgodnie z normą PN-EN 13829:2002. Wynik ten będzie świadectwem jakości wykonania izolacji przegród zewnętrznych budynku i potwierdzi przyjęte założenia dotyczące krotności wymian powietrza przez infiltrację.
7. Ocenę efektów realizacji w okresie eksploatacji z zapewnieniem ciągłej bieżącej kontroli poprawności funkcjonowania zainstalowanych urządzeń.

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

- Załącznik 1 Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego
- Załącznik 2 Określenie sprawności systemu grzewczego
- Załącznik 3 Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania cwu
- Załącznik 4 Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie
- Załącznik 5 Obliczenie efektu ekologicznego
- Załącznik 6 Wyniki obliczeń z programu Audytor OZC 6.9 Pro
- Załącznik 7 Audyt oświetlenia

Załącznik nr 1

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

Lp.	Pomieszczenia	Kubatura pomieszczeń, m ³	Ilość wymian, 1/h	Strumień powietrza wentylacyjnego, m ³ /h
1	2	3	4	5
1	Pomieszc. Użytkowe	8 743,90	0,70	6 120,80
Razem				6 120,80
Ogółem			$\Psi =$	6 120,80

Załącznik nr 2**Określenie sprawności systemu grzewczego w stanie istniejącym****1. Sprawność wytwarzania**

$$\eta_w = 0,95$$

2. Sprawność przesyłania

$$\eta_p = 0,90$$

3. Sprawność regulacji

$$\eta_r = 0,77$$

4. Sprawność wykorzystania

$$\eta_e = 1,00$$

5. Przerwa na ogrzewanie w okresie tygodnia

$$w_t = 1,00$$

6. Przerwa na ogrzewanie w ciągu doby

$$w_d = 1,00$$

Załącznik nr 3

Obliczenie zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej		stan istniejący	po modernizacji	jednostka
1	Zapotrzebowanie na c.w.u.	1,00	1,00	$\text{dm}^3/(\text{m}^2/\text{dzień})$
2	Powierzchnia użytkowa	2 576,75	2 576,75	m^2
3	Ciepło właściwe wody	4,19	4,19	$\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$
4	Gęstość wody	1,0	1,0	kg/dm^3
4	Obl. temp. czerpialna	55	55	$^{\circ}\text{C}$
5	Obl. temp. przed podgrzaniem	10	10	$^{\circ}\text{C}$
6	Współczynnik kr	1,00	1,00	-
7	Liczba dni	365	365	dni
8	Sprawność całkowita	0,42	0,65	-
9	Zapotrzebowanie użytkowe na c.w.u.	177,32	177,32	GJ/rok
10	Zapotrzebowanie końcowe na c.w.u.	423,70	272,38	GJ/rok
Obliczenie zapotrzebowania na moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej				
1	Jedn. zużycie c.w.u. $V_{cw}=$	13	13	l/os
2	Liczba osób $L=$	199	199	os
3	Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u.	0,107	0,107	m^3/h
4	Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u.	2,562	2,562	-
3	Zapotrzebowanie na ciepło	0,189	0,189	GJ/m^3
4	Moc c.w.u.	14,40	14,40	kW

Załącznik nr 4

*Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie
wykonane przy pomocy programu Audytor OZC 6.9 Pro*

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, kW	ciepła Q_H , GJ/a
Stan istniejący	149,58	926,90
1	149,58	926,90
2	149,58	926,90

Załącznik nr 5

Obliczenie efektu ekologicznego1. Obliczenie redukcji emisji CO₂

Nośnik energii	Ilość energii przed modernizacją [GJ/rok]	Ilość energii po modernizacji [GJ/rok]	Różnica [GJ/rok]	Wskaźnik emisji [kg CO ₂ /GJ]	Emisja przed modernizacją [MgCO ₂]	Emisja po modernizacji [MgCO ₂]	Końcowy efekt, redukcja emisji [MgCO ₂]
Ciepło sieciowe - ogrzewanie i c.w.u.	1 831,62	1 365,22	466,40	99,65	182,52	136,04	46,48

Uwaga:

1. Budynek będący przedmiotem niniejszego audytu przed i po modernizacji zasilany jest ciepłem z miejskiej sieci ciepłowniczej - elektrociepłownia.
2. Ilość nośnika energii na potrzeby c.o. i c.w.u. przed i po modernizacji przyjęto na podstawie danych zamieszczonych w karcie audytu energetycznego.
3. Wskaźnik emisji CO₂ dla ciepła sieciowego przyjęto na podstawie danych Enea Ciepło dla sieci ciepłowniczej w Białymstoku.

ZAŁĄCZNIK 6

Wyniki - Ogólne

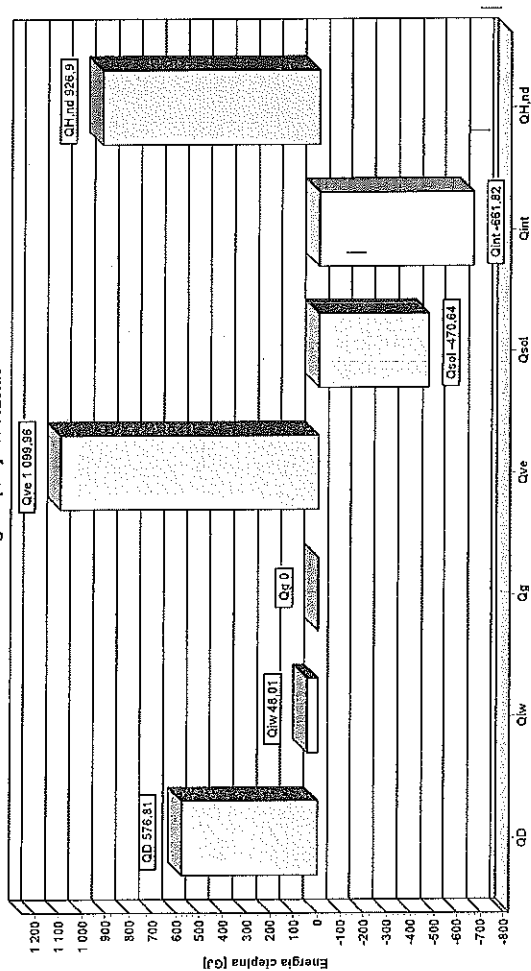
Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Blok A1	
	stan istniejący	
Miejscowość:	Białystok	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	STREFA IV	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-22	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	6,9	°C
Stacja meteorologiczna:	Białystok	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m ³ ·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	2576,8	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	8743,9	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	62179	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	87404	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	149584	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	149584	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	58,1	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	17,1	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	1126,4	m ³ /h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m,infv}$:		m ³ /h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$:		m ³ /h
Powietrze nawiewane mech. V_{su} :		m ³ /h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$:		m ³ /h
Powietrze usuwane mech. V_{ex} :		m ³ /h
Średnia liczba wymian powietrza n:	0,7	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	6120,8	m ³ /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-22,0	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Białystok	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	7650,9	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	926,90	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	257474	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	2577	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	8743,9	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	359,7	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	99,9	kWh/(m ² ·rok)

Wyniki - Ogólne

Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EV _H :	106,0	MJ/ (m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EV _{II} :	29,4	kWh/ (m ³ ·rok)
Parametry obliczeń projektu:			
Obliczanie przenikania ciepła przy min. Δθ _{min} :	4,0	K	
Wariant obliczeń strat ciepła do pomieszczeń w sąsiednich grupach:			
Obliczaj z ograniczeniem do θ _{j,u}			
Minimalna temperatura dyżurna θ _{j,u} :	16	°C	
Obliczaj straty do pomieszczeń w sąsiednich			
budynkach tak jak by były nieogrzewane:	Tak		
Obliczanie automatyczne mostków cieplnych:	Tak		
Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną:	Nie		
Domyślne dane do obliczeń:			
Typ budynku:	Budynek szpitalny		
Typ konstrukcji budynku:	Ciężka		
Typ systemu ogrzewania w budynku:	Konwekcyjne		
Oslabienie ogrzewania:	Bez osłabienia		
Regulacja dostawy ciepła w grupach:	Indywidualna reg.		
Stopień szczelności obudowy budynku:	Średni		
Krotność wymiany powietrza wewn. n ₅₀ :	3,5	1/h	
Klasa osłonięcia budynku:	Średnie osłonięcie		
Domyślne dane dotyczące wentylacji:			
System wentylacji:	Naturalna		
Temperatura powietrza nawiewanego θ _{su} :	20,0	°C	
Temperatura powietrza kompensacyjnego θ _c :	20,0	°C	

Wyniki - Bilans zapotrzebowania na energię na ogrzewanie wg normy PN-EN ISO 13790

Bilans energii cieplnej - W sezonie



Bil	Miesiąc	Ld,m dni	T _{em,m} °C	Q _d GJ/rok	Q _{lw} GJ/rok	Q _g GJ/rok	Q _{ve} GJ/rok	η _{E,gn}	Q _{sol} GJ/rok	Q _{int} GJ/rok	Q _{H,nd} GJ/rok	C _m kJ/K	H _{tr,adj} W/K	H _{ve,adj} W/K	τ _H h	a _H	γ _{H,m}	γ _{H,lim}	f _{H,nc}	L _{H,m} h
	Styczeń	31	-4,9	93,28	7,01	0,00	173,90	0,997	11,63	56,21	206,52	682053,3	1503,7	2607,5	46	4,07	0,247	1,246	1,000	744
	Luty	28	-2,0	74,44	5,69	0,00	153,65	0,996	15,25	50,77	168,04	682053,3	1505,5	2607,5	46	4,07	0,282	1,246	1,000	672
	Marzec	31	1,7	68,55	5,39	0,00	127,81	0,979	32,88	56,21	114,53	682053,3	1508,6	2607,5	46	4,07	0,442	1,246	1,000	744
	Kwiecień	30	7,3	46,04	3,88	0,00	88,70	0,894	50,46	54,40	44,88	682053,3	1516,3	2607,5	46	4,06	0,756	1,246	1,000	720
	Maj	31	13,2	25,47	2,54	0,00	47,49	0,573	67,20	56,21	4,75	682053,3	1538,2	2607,5	46	4,05	1,634	1,247	0,059	44
	Czerwiec	30	15,9	14,86	1,80	0,00	28,63	0,351	72,92	54,40	0,58	682053,3	1568,7	2607,5	45	4,02	2,811	1,248	0,000	0
	Lipiec	31	17,3	10,11	1,50	0,00	18,86	0,237	71,80	56,21	0,12	682053,3	1606,7	2607,5	45	4,00	4,200	1,250	0,000	0
	Sierpień	31	14,5	20,60	2,18	0,00	38,41	0,500	61,25	56,21	2,45	682053,3	1546,8	2607,5	46	4,04	1,919	1,248	0,000	0
	Wrzesień	30	12,1	28,64	2,69	0,00	55,17	0,743	44,10	54,40	13,31	682053,3	1529,8	2607,5	46	4,05	1,139	1,247	0,658	460
	Październik	31	7,1	48,32	4,01	0,00	90,09	0,956	22,84	56,21	66,84	682053,3	1514,8	2607,5	46	4,06	0,555	1,246	1,000	744
	Listopad	30	1,6	66,70	5,21	0,00	128,50	0,993	11,01	54,40	135,48	682053,3	1507,8	2607,5	46	4,07	0,326	1,246	1,000	720
	Grudzień	31	-1,3	79,79	6,11	0,00	148,76	0,996	9,31	56,21	169,40	682053,3	1505,7	2607,5	46	4,07	0,279	1,246	1,000	744
	W sezonie	365	6,9	576,81	48,01	0,00	1099,96	0,705	470,64	661,82	926,90	682053,3	1515,0	2607,5	46	4,06		1,246		5591

Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
	m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
DACH_A1	Stropodach wentylowany 133,0 cm					
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
PAPA	0,0200	Papa	0,800			0,025
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 1 m, [m ² ·K/W]:						0,160
Suma oporów ciepła połaci dachowej i war. powietrza, [m ² ·K/W]:						0,000
STYROPIANS	0,1500	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	30	1,460	3,750
ŻELBET	0,1600	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,094
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:						0,100
Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m ² ·K/W]:						0,090
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:						4,034
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						0,248
DACH_PIW	Dach 26,0 cm					
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
BET ZBRO	0,0500	beton zbrojony	2,300			0,022
STYROPIANS	0,0500	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	30	1,460	1,250
ŻELBET	0,1600	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,094
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:						0,100
Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m ² ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:						1,506
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						0,664
PG_A1	Podłoga w piwnicy 52,0 cm					
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
Ściana przy podłożu: SP_A1						
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z _{gw} : 4,40 m						
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 3,60 m						
BET ZBRO	0,0600	beton zbrojony	2,300			0,026
STYROPIANS	0,1000	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	30	1,460	2,500
ŻELBET	0,1600	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,094
PIASEK-SR	0,2000	Piasek średni.	0,400	1650	0,840	0,500
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R _g , [m ² ·K/W]:						2,000
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:						5,120
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						0,195
PIW_A1	Strop ciepło do dołu 26,0 cm					
Rodzaj przegrody: Strop ciepło do dołu, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
BET ZBRO	0,0500	beton zbrojony	2,300			0,022
STYROPIANS	0,0500	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	30	1,460	1,250
ŻELBET	0,1600	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,094
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:						0,170
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:						0,170
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:						1,706
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						0,586
SP_A1	Ściana zewnętrzna przy gruncie 28,0 cm					
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
Podłoga przyległa do ściany: PG_A1						
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 3,60 m						
ŻELBET	0,1400	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,082
STYROPIANS	0,0200	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	30	1,460	0,500
CEGLA_PEŁN	0,1200	cegła ceramiczna pełna	0,550			0,218
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R _g , [m ² ·K/W]:						1,493
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:						2,294

Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
	m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						0,436
STR_A1	Strop ciepło do góry 26,0 cm					
Rodzaj przegrody: Strop ciepło do góry, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
BET ZBRO	0,0500	beton zbrojony	2,300			0,022
STYROPIANS	0,0500	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	30	1,460	1,250
ŻELBET	0,1600	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,094
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:						0,100
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:						0,100
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:						1,566
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						0,639
SW_A1	Ściana wewnętrzna 12,0 cm					
Rodzaj przegrody: Ściana wewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
CEG-DZ-6.5	0,1200	Mur z cegły dziurawki 120x250x65.	0,640	1400	0,880	0,188
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:						0,130
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:						0,130
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:						0,448
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						2,235
SZ_A1	Ściana zewnętrzna 44,0 cm					
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
ŻELBET	0,2000	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,118
GAZOBE-1.4	0,1800	Gazobeton 1.4.	0,582	1400	1,000	0,309
STYROPIANS	0,0600	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	30	1,460	1,500
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:						0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m ² ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:						2,097
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						0,477
SZ_A1_2	Ściana zewnętrzna 44,0 cm					
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
CEG-DZ-6.5	0,2000	Mur z cegły dziurawki 120x250x65.	0,640	1400	0,880	0,313
GAZOBE-1.4	0,1800	Gazobeton 1.4.	0,582	1400	1,000	0,309
STYROPIANS	0,0600	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	30	1,460	1,500
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:						0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m ² ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:						2,292
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						0,436

ZAŁĄCZNIK NR 7

AUDYT OŚWIETLLENIA

MODERNIZACJA OŚWIETLLENIA W BLOKU „A1” W UNIWERSYTECKIM DZIECIĘCYM SZPITALU KLINICZNYM W BIAŁYMSTOKU

Dane podmiotu realizującego przedsięwzięcie:	Uniwersytecki Dziecięcy Szpital Kliniczny im. L. Zamenhofs w Białymstoku Jerzego Waszyngtona 17, 15-369 Białystok
Miejsce lokalizacji przedsięwzięcia:	Jerzego Waszyngtona 17 15-369 Białystok
Dane sporządzającego audyt efektywności energetycznej:	mgr inż. Piotr Piątkowski mgr inż. Marta Sikorska mgr inż. Ilona Wojdyła mgr inż. Marcin Dłużewski mgr inż. Dariusz Koc Adrian Bugiel

Dane identyfikacyjne przedsiębiorstwa			
Zamawiający:	Uniwersytecki Dziecięcy Szpital Kliniczny im. L. Zamenhofa w Białymstoku	Adres podmiotu audytowanego:	Jerzego Waszyngtona 17 15-369 Białystok
Nazwa, adres firmy wykonującej opracowanie:			
KRAJOWA AGENCJA POSZANOWANIA ENERGII S.A. Centrum LIM al. Jerozolimskie 65/79, 00-697 Warszawa telefon: (+48 22) 626 09 10, 825 86 92, (+48 22) 234 52 42 e-mail: kape@kape.gov.pl, www.kape.gov.pl			
Koordynator audytu:	Kontakt:	Podpis:	
Mgr inż. Piotr Piątkowski	ppiatkowski@kape.gov.pl		
Zespół audytorski Krajowej Agencji Poszanowania Energii S.A.			
Lp.	Imię i nazwisko:		
1.	-mgr inż. Piotr Piątkowski		
2.	-mgr inż. Marta Sikorska		
3.	-mgr inż. Ilona Wojdyła		
4.	-mgr inż. Marcin Dłużewski		
5.	-mgr inż. Dariusz Koc		
6.	-Adrian Bugiel		
Koordynator audytu ze strony Zamawiającego			
Lp.	Imię i Nazwisko:	Kontakt:	
1.	mgr inż. Wojciech Roszkowski	dsk@umb.edu.pl	
Miejscowość:	Warszawa	Data wykonania:	Sierpień 2019 roku

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP	7
2. INFORMACJE O PODMIOCIE	7
3. STRESZCZENIE POWYKONAWCZE	7
4. METODYKA OBLICZEŃ	8
5. OCENA STANU TECHNICZNEGO	10
5.1. GRANICE BILANSOWE	11
5.2. ANALIZA ZUŻYCIA ENERGII W STANIE PIERWOTNYM	11
6. PROPOZYCJE MODERNIZACYJNE	11
6.3. ANALIZA ZUŻYCIA ENERGII PO MODERNIZACJI	12
6.4. ANALIZA EKONOMICZNA PROPONOWANEJ MODERNIZACJI	13
7. OCENA EFEKTÓW UZYSKANYCH W WYNIKU REALIZACJI PRZEDSIĘWZIĘCIA	14
8. WYLICZENIE ŚREDNIOROCZNEGO EFEKTU ENERGETYCZNEGO	15
9. WYKAZ WYKORZYSTANYCH PROGRAMÓW KOMPUTEROWYCH	16
10. WYKAZ OBOWIĄZUJĄCYCH PRZEPISÓW, NORM, DOKUMENTÓW	16
11. LITERATURA	16
12. SPIS TABEL	17

1. WSTĘP

Celem audytu jest ocena efektywności inwestycji polegającej na wymianie starych opraw oświetleniowych na nowe oprawy LED wchodzących w skład bloku A1 Uniwersyteckiego Dziecięcego Szpitala Klinicznego w Białymstoku. W audycie przedstawiono inwentaryzację źródeł i opraw światła przed modernizacją, dane dotyczące wykorzystania energii oraz obliczenia oszczędności energii.

2. INFORMACJE O PODMIOCIE

Uniwersytecki Dziecięcy Szpital Kliniczny im. dr Ludwika Zamenhofs jest największym tego typu ośrodkiem diagnostyczno-lecznym na Podlasiu w którym pacjenci stanowią dzieci oraz młodzież w wieku od 0 do 18 lat. Jest to samodzielny publiczny zakład zdrowotny, założony przez Uniwersytet Medyczny w Białymstoku.

Szpital budowano i wyposażano w latach 1988-2003. 1 października 1988 roku oddano do użytku Przykliniczną Przychodnię Dziecięco-Młodzieżową. Od 4 października 1988 roku pacjenci w wieku dziecięco-młodzieżowym mogli uzyskać kompleksową pomoc ambulatoryjną w dwudziestu sześciu poradniach specjalistycznych Przychodni. W październiku 1992 roku uruchomiono pierwszy oddział szpitalny: III Klinikę Chorób Dzieci, a także blok łóżkowy.

Młodzi pacjenci otrzymują kompleksową usługę zdrowotną w 16 klinikach i oddziałach:

Rocznie hospitalizowanych jest ponad 20 tys. osób, a w 34 poradniach specjalistycznych leczy się ponad 130 tys. pacjentów.

Audytowany budynek: blok A1

Blok spełnia funkcję komunikacyjną oraz jest siedzibą kierownictwa klinik.

3. STRESZCZENIE POWYKONAWCZE

W audycie przeanalizowano zamontowany obecnie sprzęt oświetleniowy. Obliczono efekty energetyczne i ekonomiczne z tytułu użytkowania oświetlenia oraz zaproponowano propozycję modernizacji oświetlenia. Podsumowanie efektów proponowanej modernizacji przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Podsumowanie efektów proponowanej modernizacji oświetlenia

Nazwa wielkości	Stan pierwotny	Stan po modernizacji
Sumaryczna moc zainstalowana [kW]	32,665	15,082
Zużycie energii elektrycznej [kWh/rok]	84 230,580	39 629,220
Cena jednostkowa [zł brutto/kWh]	0,49	0,49
Roczny koszt energii elektrycznej [zł brutto/rok]	41 272,98	19 418,32
Roczne oszczędności energii [%]	-	52,95%
Roczne oszczędności [zł brutto]	-	21 854,67
Szacowany koszt inwestycji [zł brutto]	-	128 825,28
SPBT [lat]	-	5,89

Nazwa wielkości	Stan pierwotny	Stan po modernizacji
Średnioroczna oszczędność energii finalnej [kWh]	-	44 601,360
Średnioroczna oszczędność energii finalnej [toe]	-	3,835
Średnioroczna oszczędność energii pierwotnej [kWh]	-	133 804,080
Średnioroczna oszczędność energii pierwotnej [toe]	-	11,505
Szacowana wielkość redukcji emisji CO ₂ [MgCO ₂ /rok]	-	34,700
PN [W/m ²]	14,53	6,71
LENI [kWh/(m ² ·rok)]	37,46	17,62

Źródło: Opracowanie własne

4. METODYKA OBLICZEŃ

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Energii z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii i zapisem § 4 pkt 2 audyt dla przedsięwzięcia służącego poprawie energetycznej, określonego w Załączniku nr 1 do rozporządzenia, może być sporządzony w sposób uproszczony.

Modernizacja oprav oświetleniowych lub źródeł światła znajduje się na liście Załącznika nr 1 Rozporządzenia, jako pozycja 6 wśród przedsięwzięć, dla których audyt może być wykonany w sposób uproszczony według metodologii określonej w Rozporządzeniu w § 6 pkt 1. Do sporządzenia audytu w sposób uproszczony wykorzystuje się dane i metody określania ilości energii zaoszczędzonej, określone w Załączniku nr 2 do Rozporządzenia.

Modernizacja oprav oświetleniowych:

$$\Delta Q_0 = T_U (M_0 - M_1) / 1000 \quad (1)$$

gdzie:

ΔQ_0 - ilość zaoszczędzonej energii finalnej, wyrażonej w [kWh/rok],

T_U - czas użytkowania źródła światła, wyrażony w [h/rok],

M_0 - łączna moc znamionowa istniejących (starych) oprav oświetleniowych wyrażona w [W],

M_1 - łączna moc znamionowa nowych oprav oświetleniowych po modernizacji, wyrażona w [W].

Redukcję emisji CO₂ oblicza się na podstawie wskaźników emisji CO₂ zawartych w tabeli nr 2 w załączniku nr 1 do rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 12 września 2008 r. w sprawie sposobu monitorowania wielkości emisji substancji objętych wspólnotowym systemem handlu uprawnieniami do emisji (Dz. U. Nr 183, poz. 1142) oraz publikowanych przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za dany rok.

Redukcję emisji CO₂ wyznaczono wykorzystując poniższą zależność:

$$\Delta E = WE \cdot \Delta Q_0 / 1000 \quad (3)$$

gdzie:

ΔE - obliczona wielkość redukcji emisji CO₂ $\left[\text{Mg} \frac{\text{CO}_2}{\text{rok}} \right]$,

ΔQ_0 - ilość zaoszczędzonej energii finalnej, wyrażonej w [kWh/rok],

WE - wskaźnik emisji CO₂ publikowany przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za dany rok. Do obliczeń przyjęto ostatnio opublikowany wskaźnik (grudzień, 2018): 0,778 [Mg CO₂/MWh].

Zgodnie z normą PN-EN 151193 wyznaczono, oznaczoną skrótem PN, gęstość mocy oświetlenia zainstalowanego w budynku, wyrażoną w W/m².

$$PN = P/A_f$$

gdzie:

P – moc zainstalowanych źródeł oświetlenia [W],

A_f – całkowita powierzchnia użytkowa budynku [m²].

Nowa metodologia dotycząca świadectw energetycznych w zakresie obliczeń oświetlenia opiera się na tzw. wskaźniku LENI. Jest to liczbowy wskaźnik energii oświetlenia wyrażony w kWh/(m² * rok).

$$LENI = W/A_f$$

gdzie:

W – oznacza całkowitą ilość energii do oświetlenia [kWh/rok],

A_f – całkowita powierzchnia użytkowa budynku [m²].

3. OCENA STANU TECHNICZNEGO

Ocenę stanu sprzętu oświetleniowego przeprowadził audytor KAPE na podstawie wizji lokalnej przeprowadzonej w dniu 12 lipca 2019 roku. Inwentaryzacja została oparta na projektach instalacji oświetleniowych przekazanych przez zamawiającego. W obiekcie zainstalowano różnorodny sprzęt oświetleniowy.

W budynku wykorzystywane są przede wszystkim oprawy na świetlówki liniowe T8. Są to oprawy: hermetyczne 2x40W i 1x40W. W obiekcie wykorzystanie znajdują również oprawy zwieszane T5 2x21W. Na podstawie projektów oświetlenia zidentyfikowano także oprawy z tradycyjnymi źródłami żarowymi o mocy 15, 40, 60 oraz 100W. Ilość i rodzaj zainstalowanego oświetlenia w obiekcie przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Rodzaj i ilość zainstalowanego oświetlenia w obiekcie w stanie obecnym

Rodzaj oprawy	Moc z układem zasilającym [W]	Ilość [szt.]
Oprawa świetlówkowa T8 2x40W	88	288
Oprawa na żarówki 40W	40	10
Oprawa na żarówki 60W	60	9
Oprawa na żarówki 15W	15	42
Oprawa świetlówkowa T8 1x40W	44	4
Oprawa świetlówkowa T5 2x21W	42	39
Oprawa na żarówki 100W	100	21

Źródło: Opracowanie własne

Łączna ilość opraw wynosi 413 sztuk.

Zainstalowane obecnie oświetlenie jest przestarzałe. W związku z wiekiem instalacji odbłyśniki i klosze są zabrudzone przez co zmniejszona jest emisja światła. Modernizacja obecnego oświetlenia na nowoczesne oświetlenie LED może przynieść wymierne oszczędności energii i poprawić warunki świetlne panujące w obiekcie.

5.1. GRANICE BILANSOWE

W audycie bilansowano zużycie energii przed modernizacją i po modernizacji oświetlenia na podstawie mocy opraw i czasu pracy dla 12 miesięcy pracy. Energia elektryczna dostarczana jest z krajowej sieci elektroenergetycznej. Czas pracy oświetlenia w budynku został określony przez audytora na podstawie normy PN-EN-15193: 2010, Rozporządzenia Ministra Energii z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii, a także własnego doświadczenia.

Do obliczeń ekonomicznych w dalszej części opracowania przyjęto jednostkową cenę za energię elektryczną sprzedaż i dystrybucję łącznie na poziomie 0,49 zł brutto. Cena ta została określona na podstawie przedstawionych przez zleceniodawcę faktur. Wszystkie kwoty przedstawione w opracowaniu są kwotami brutto.

5.2. ANALIZA ZUŻYCIA ENERGII W STANIE PIERWOTNYM

Po przeprowadzeniu inwentaryzacji na podstawie udostępnionych projektów technicznych oraz przyjęciu odpowiednich czasów pracy poszczególnych pomieszczeń oszacowano sumaryczną moc zainstalowaną w bloku na poziomie 32,829 kW, a roczne zużycie energii elektrycznej wynosi 84 624,288 kWh. Poniżej (tabela 3) zostało przedstawione sumaryczne zużycie energii oraz koszty eksploatacji sprzętu oświetleniowego w stanie obecnym.

Tabela 3. Analiza eksploatacji oświetlenia w stanie pierwotnym

Nazwa wielkości	Stan pierwotny
Sumaryczna moc zainstalowana [kW]	32,829
Zużycie energii elektrycznej [kWh/rok]	84 624,288
Cena jednostkowa [zł/kWh]	0,49
Roczny koszt energii elektrycznej [zł/rok]	41 465,90
PN [W/m ²]	14,53
LENI [kWh/(m ² ·rok)]	37,46

Źródło: Opracowanie własne

6. PROPOZYCJE MODERNIZACYJNE

Modernizacja polega na wymianie starych opraw żarowych i świetlówkowych na nowe oprawy LED. Zastosowanie oświetlenia LED daje wiele korzyści m.in. zmniejszenie zużycia energii elektrycznej dzięki wysokiej skuteczności świetlnej diod, rzadszą konieczność wymiany źródeł światła i konserwacji opraw oświetleniowych (trwałość diod to od ok. 50 000h do 80 000h pracy), brak efektu stroboskopowego, natychmiastowe załączanie i brak wrażliwości na częstotliwość załączeń. Oprawy LED, projektowane jako zintegrowane urządzenia oświetleniowe, charakteryzują się dokładnym dopasowaniem zastosowanych źródeł światła do układów optycznych i rozpraszających, zapewniając najbardziej

efektywne połączenie. Zaproponowano dwa warianty modernizacji oświetlenia obejmujące wymianę opraw oświetleniowych w modelu 1:1 na oprawy LED

Wariant 1: W tabeli 4 przedstawiono ilość i rodzaj proponowanego sprzętu oświetleniowego w budynku w przypadku przeprowadzenia modernizacji wg wariantu 1.

Tabela 4. Proponowany sprzęt oświetleniowy w wariantcie 1

Rodzaj oprawy	Moc źródeł światła [W]	Ilość [szt.]
Panel LED 40W 5200lm	40	288
Plafoniera LED 10W 1300lm	10	10
Plafoniera LED 15W 1950lm	15	9
Kinkiet LED 5W 500lm	5	42
Panel LED 20W 2600lm	20	43
Plafoniera LED 20W 2600lm	20	21

Źródło: Opracowanie własne

Wariant 2: W tabeli 5 przedstawiono ilość i rodzaj proponowanego sprzętu oświetleniowego w budynku w przypadku przeprowadzenia modernizacji wg wariantu 2.

Tabela 5. Proponowany sprzęt oświetleniowy w wariantcie 2

Rodzaj oprawy	Moc źródeł światła [W]	Ilość [szt.]
Panel LED 50W 6500lm	50	288
Plafoniera LED 12W 1140lm	12	10
Plafoniera LED 15W 1300lm	15	9
Kinkiet LED 5W 500lm	5	42
Panel LED 20W 2600lm	20	43
Plafoniera LED 20W 2600lm	20	21

Źródło: Opracowanie własne

6.3. ANALIZA ZUŻYCIA ENERGII PO MODERNIZACJI

Na podstawie zaprezentowanych wcześniej wzorów i danych obliczono zużycie energii wg obu propozycji modernizacyjnych.

Wariant 1: 39 629,220 kWh/rok

Wariant 2: 47 359,620 kWh/rok

6.4. ANALIZA EKONOMICZNA PROPONOWANEJ MODERNIZACJI

Dla proponowanej modernizacji przeprowadzona została analiza kosztów. Ceny sprzętu oświetleniowego (jednostkowe) zostały przyjęte na podstawie cen rynkowych sprzętu oświetleniowego. W koszcie modernizacji uwzględniono koszt robót na poziomie 20% kosztu sprzętu oświetleniowego oraz montaż licznika z funkcją bezprzewodowego przesyłu danych. W tabeli 6. Przedstawiono koszty całkowitej modernizacji oświetlenia wg obu proponowanych wariantów oraz wskaźniki energetyczno-ekonomiczne. Do obliczeń wskaźników PN i LENI przyjęto powierzchnię użytkową wynoszącą 2248,55 m².

Tabela 6. Analiza ekonomiczna propozycji modernizacyjnych

Nazwa wielkości	Stan pierwotny	Stan po modernizacji wg wariantu 1	Stan po modernizacji wg wariantu 2
Sumaryczna moc zainstalowana [kW]	32,829	15,082	17,982
Zużycie energii elektrycznej [kWh/rok]	84 624,288	39 629,220	47 359,620
Cena jednostkowa [zł brutto/kWh]	0,490	0,49	0,49
Roczny koszt energii elektrycznej [zł brutto/rok]	41 465,90	19 418,32	23 206,21
Roczne oszczędności energii [%]	-	52,95%	43,77%
Roczne oszczędności [zł brutto]	-	21 854,67	18 066,77
Szacowany koszt inwestycji [zł brutto]	-	128 825,28	148 950,54
SPBT [lat]	-	5,89	8,16
PN [W/m ²]	14,600	6,71	8,00
LENI [kWh/(m ² ·rok)]	37,635	17,62	21,06

Źródło: Opracowanie własne

W oparciu o znaczną redukcję zużycia energii elektrycznej oraz wskaźnik SPBT zaleca się zastosowanie wariantu 1.

Przyjęty model modernizacyjny ma na celu pokazanie potencjału oszczędności możliwych do wygenerowania na skutek modernizacji. Dokładna analiza możliwości modernizacji oświetlenia w obiekcie powinna zostać oparta na projektach fotometrycznych oświetlenia.

Następny rozdział i wszelkie zawarte tam obliczenia odnoszą się już tylko do wybranego wariantu modernizacyjnego nr 1.

7. OCENA EFEKTÓW UZYSKANYCH W WYNIKU REALIZACJI PRZEDSIĘWZIĘCIA

Efekt energetyczny wynikający z przeprowadzonych przedsięwzięć modernizacyjnych służących poprawie efektywności energetycznej wyznaczono na podstawie zaprezentowanej metodyki.

$$\Delta Q_0 = Q_{1,finalna} - Q_{2,finalna} = 84\,230,580 \left[\frac{kWh}{rok} \right] - 39\,629,220 \left[\frac{kWh}{rok} \right] = 44\,601,360 \left[\frac{kWh}{rok} \right]$$

gdzie:

$Q_{1,finalna}$ ilość zużytej energii finalnej przed modernizacją, wyrażona w [kWh/rok]

$Q_{2,finalna}$ ilość zużytej energii finalnej po modernizacji, wyrażona w [kWh/rok]

ΔQ_0 ilość zaoszczędzonej energii finalnej, wyrażona w [kWh/rok]

W celu określenia oszczędności energii pierwotnej skorzystano z poniższej zależności:

$$\Delta Q_p = w_{el} \cdot \Delta Q_0 = 3 \cdot 44\,601,360 = 133\,804,080 \left[\frac{kWh}{rok} \right]$$

gdzie:

ΔQ_p ilość zaoszczędzonej energii pierwotnej wyrażonej w paliwie pierwotnym w [kWh/rok]

ΔQ_0 ilość zaoszczędzonej energii finalnej, wyrażona w [kWh/rok]

w_{el} współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej odpowiedni dla danego nośnika energii finalnej, stosownie do wykorzystywanego paliwa lub źródła energii, określony na podstawie tabeli nr 1 załącznika nr 1 do rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej; przyjęto $w_1 = 3,0$ dla energii elektrycznej dostarczanej z sieci elektroenergetycznej systemowej..

W celu oszacowania wielkości redukcji CO₂ skorzystano ze wzoru:

$$\Delta E = WE \cdot \Delta Q_0 = 0,778 \cdot 44,601 = 34,700 \text{ [Mg CO}_2\text{/rok]}$$

gdzie:

WE wskaźnik emisji CO₂ *

ΔQ_0 ilość zaoszczędzonej energii finalnej w [MWh/rok].

*Redukcję emisji CO₂ oblicza się na podstawie wskaźników emisji CO₂ zawartych w tabeli nr 2 w załączniku nr 1 do rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 12 września 2008 r. w sprawie sposobu monitorowania wielkości emisji substancji objętych wspólnotowym systemem handlu uprawnieniami do emisji (Dz. U. Nr 183, poz. 1142) oraz publikowanych przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za dany rok. Do obliczeń przyjęto ostatnio opublikowany wskaźnik (grudzień, 2018): 0,778 [Mg CO₂/MWh].

Obliczono także wskaźnik poniesionych nakładów finansowych na gigadżul zaoszczędzonej energii pierwotnej wg poniższego wzoru.

$$p = \frac{K}{\Delta Q_p} = \frac{128\,825,28}{481,695} = 267,44 \text{ [zł/GJ]}$$

gdzie:

K Koszt inwestycji [zł brutto]

ΔQ_p ilość zaoszczędzonej energii pierwotnej w [GJ/rok].

8. WYLICZENIE ŚREDNIOROCZNEGO EFEKTU ENERGETYCZNEGO

Powyższa analiza wykazała uzyskanie oszczędności energii w efekcie modernizacji oświetlenia. W poniższej tabeli (tabela 7.) zaprezentowano wyliczone oszczędności energii finalnej, energii pierwotnej oraz redukcję emisji CO₂.

Dokonano także odpowiednich przeliczeń przy założeniu iż 1 toe = 11630 kWh.

Tabela 7. Łączny średnioroczny efekt energetyczny

Średnioroczna oszczędność energii finalnej	44 601,360	kWh
	3,835	toe
Średnioroczna oszczędność energii pierwotnej	133 804,080	kWh
	11,505	toe
Szacowana wielkość redukcji emisji CO ₂	34,700	MgCO ₂ /rok

Źródło: Opracowanie własne

9. WYKAZ WYKORZYSTANYCH PROGRAMÓW KOMPUTEROWYCH

Microsoft Excel – autorskie arkusze kalkulacyjne służące do wyliczania oszczędności energii

10. WYKAZ OBOWIAZUJĄCYCH PRZEPISÓW, NORM, DOKUMENTÓW

Źródła danych wskazano każdorazowo w miejscu ich przywołania. Wykonujący audyt korzystał ponadto z następujących norm i przepisów:

- POLSKA NORMA PN-EN 15193 pt. „Charakterystyka energetyczna budynków, Wymagania energetyczne dotyczące oświetlenia”;
- POLSKA NORMA PN-EN 12363 -1 pt. „Światło i oświetlenie miejsc pracy, cz. 1; Miejsca pracy we wnętrzach”;
- Ustawa z 10.04.1997 Prawo energetyczne (Dz.U. nr 54 poz. 348);
- Ustawa z 15.04.2011 o efektywności energetycznej (Dz.U.nr 94 poz.551);
- Rozporządzenie z 10 sierpnia 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii.
- Rozporządzenie z 4 września 2012 r. w sprawie sposobu obliczania ilości energii pierwotnej odpowiadającej wartości świadectwa efektywności energetycznej oraz wysokości jednostkowej opłaty zastępczej (Dz.U. 2012 nr 0 poz. 1039);
- Obwieszczenia z dnia 21 grudnia 2012 r. w sprawie szczegółowego wykazu przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej (Dz.U. z 2013 r. poz.15);
- Opracowanie Krajowego Ośrodka Bilansowania i Zarządzania Emisjami "Wskaźniki emisyjności CO₂, SO₂, NO_x, CO tps dla energii elektrycznej na podstawie informacji zawartych w Krajowej bazie o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji za 2015 rok”.

11. LITERATURA

- *Audyt energetyczny*. Praca zbiorowa pod redakcją J. Norwisa: Gliwice 1999

12. SPIS TABEL

<i>Tabela 1. Podsumowanie efektów proponowanej modernizacji oświetlenia</i>	<i>7</i>
<i>Tabela 2. Rodzaj i ilość zainstalowanego oświetlenia w obiekcie w stanie obecnym</i>	<i>10</i>
<i>Tabela 3. Analiza eksploatacji oświetlenia w stanie pierwotnym</i>	<i>11</i>
<i>Tabela 4. Proponowany sprzęt oświetleniowy w wariantcie 1</i>	<i>12</i>
<i>Tabela 5. Proponowany sprzęt oświetleniowy w wariantcie 2</i>	<i>12</i>
<i>Tabela 6. Analiza ekonomiczna propozycji modernizacyjnych</i>	<i>13</i>
<i>Tabela 7. Łączny średnioroczny efekt energetyczny</i>	<i>15</i>

