



Krajowa Agencja Poszanowania Energii SA

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

**Uniwersytecki Dziecięcy Szpital Kliniczny im. L.
Zamenhofa w Białymstoku, Blok A**

Adres budynku	Blok A 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.	Dariusz Koc	obliczenia OZC, optymalizacja	
5.	Miejscowość Warszawa	Data wykonania opracowania	2019-08-12
6. Spis treści			
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		13
6.	Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych		15
7.	Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego		21
8.	Opis wariantu optymalnego		24

2. Karta audytu energetycznego budynku			
1. Dane ogólne			
1.	Konstrukcja/technologia budynku	Budynek o konstrukcji szkieletowej prefabrykowanej w systemie "słup - rygiel" w układzie poprzecznym	
2.	Liczba kondygnacji	9	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	34 801,00	
4.	Powierzchnia budynku netto [m ²]	12 468,20	
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	864	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	węzeł ciepły, instalacja c.w.u.	
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	centralne, wodne	
11.	Współczynnik kształtu A/V	0,12	
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.	Dach piwnicy	0,664	0,664
7.	Stropodach	0,248	0,248
8.	Okno zewnętrzne	1,700	1,700
9.	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 mechaniczna	mechaniczna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	kanały i kratki wentylacyjne, kominy	kanały i kratki wentylacyjne
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h]	33 567,90	33 567,90
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	0,96	0,96
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	637,63	394,43
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	48,71	48,71
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	4 081,70	2563,17
4.	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	6 199,89	3 022,04
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania c.w.u. [GJ/rok]	2 050,18	1 317,98

6.	Roczne zapotrzebowanie na chłód do chłodzenia budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu chłodzenia i przerw w chłodzeniu) [GJ/rok]	59,05	243,71
7.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	6 359,58	-
8.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	2 085,28	-
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² ·rok)]	90,94	57,10
10.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² ·rok)]	138,13	67,33
11.	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)]	3,60	1,97
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 [%]	47,41
Planowane koszty całkowite [zł]	7 978 784,60	Premia termomodernizacyjna [zł]	n.d.
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]			243 819,06

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.

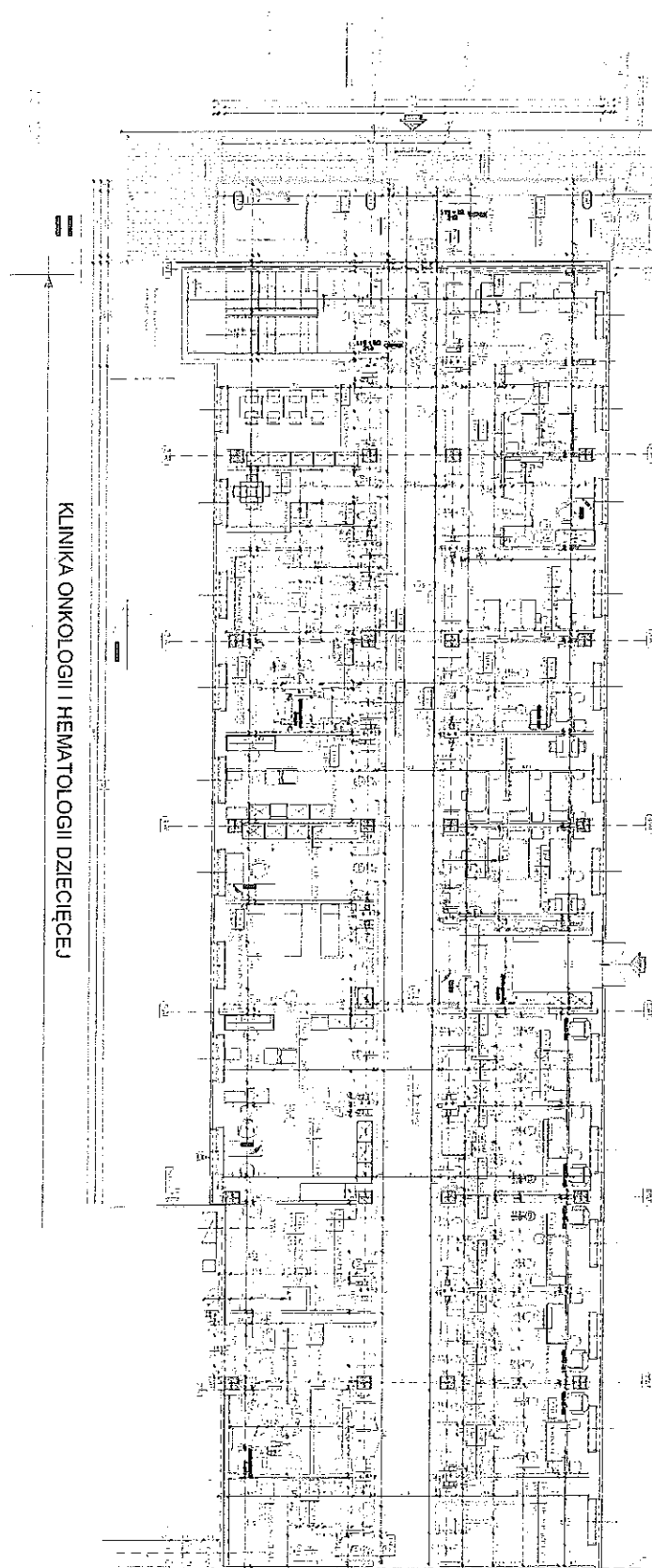
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4.a. Ogólne dane o budynku

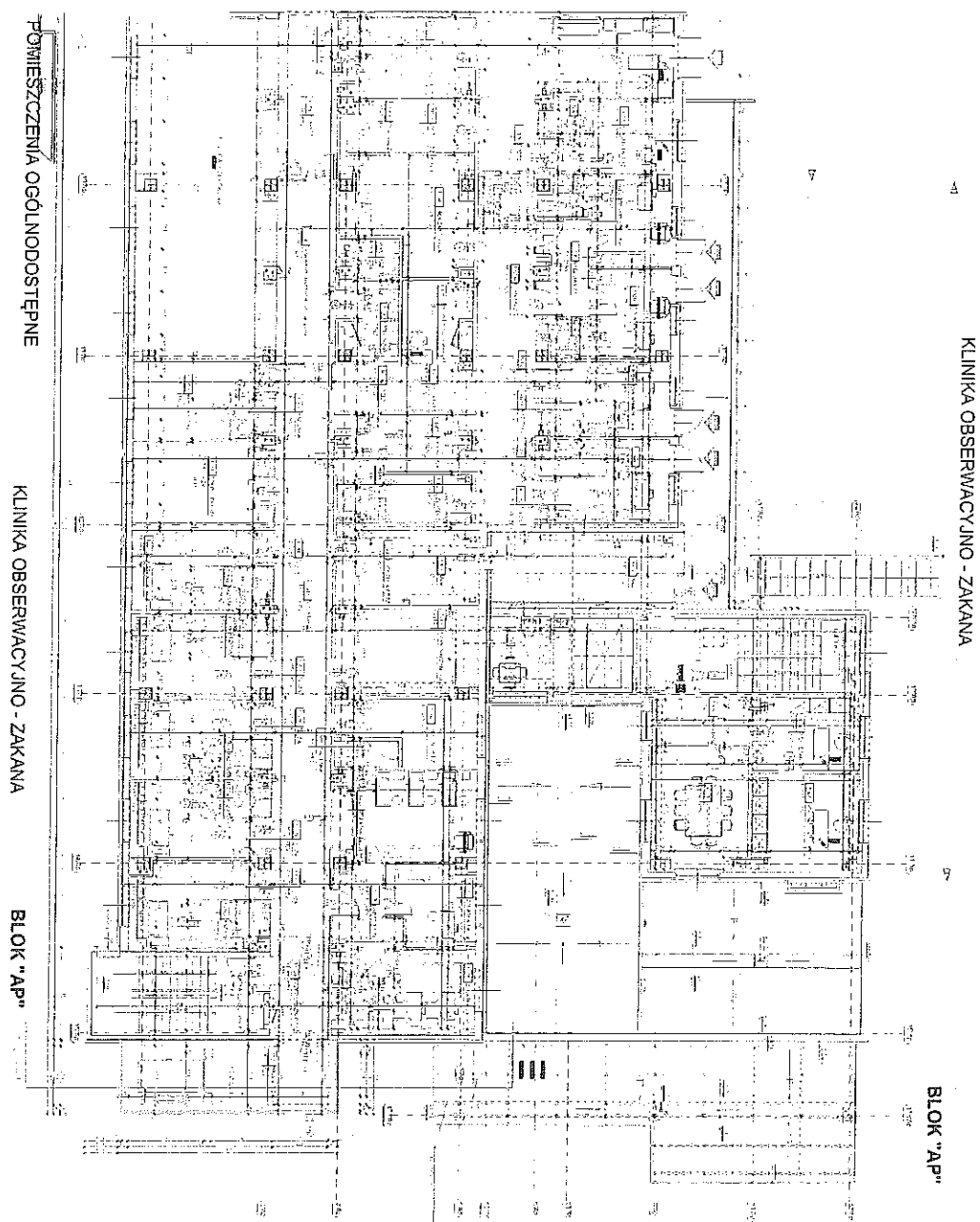
Identyfikator budynku	Budynek opieki zdrowotnej			
Własność	prywatna	spółdzielcza	publiczna	X
Przeznaczenie budynku	mieszkalny	mieszk-usługowy	inny	X
Adres	15-369 Białystok, ul. Jerzego Waszyngtona 17			
Budynek	wysokościowy			

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]	1 843,00	7	Liczba kondygnacji nadziemnych		8	
2	Kubatura budynku [m ³]	46 445,00	8	Liczba kondygnacji podziemnych		1	
3	Kubatura ogrzewanej części budynku [m ³]	34 801,00	9	Wysokość kondygnacji w świetle [m]		2,2-3,3	
4	Powierzchnia użytkowa [m ²]	10 276,40	10	Liczba użytkowników		864	
5	Powierzchnia nieużytkowa ogrzewanej części budynku [m ²]	511,8					
6	Budynek podpiwniczony	tak					

4.b. Szkic budynku



4.b. Szkic budynku



4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Blok A jest obiektem składającym się z 8 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".

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

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

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 obł. strat ciepła m^2	U_k $\text{W/(m}^2 \cdot \text{K)}$
1.	Ściana zewnętrzna naziemia	4 093,63	3 721,48	0,477
2.	Ściana zewnętrzna niski parter	459,53	417,75	0,436
3.	Ściana zewnętrzna podziemna	835,31	835,31	0,436
4.	Strop międzykondygnacyjny	8 689,14	8 689,14	0,639
5.	Strop piwniczny	1 606,90	1 606,90	0,586
6.	Dach piwnicy	170,71	170,71	0,664
7.	Stropodach	1 344,85	1 494,28	0,248
8.	Okno zewnętrzne	1 120,40	1 120,40	1,700
9.	Drzwi zewnętrzne	27,34	27,34	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]	637,63
2.	Zamówiona moc cieplna (łącznie dla c.o. i c.w.u.)	q [kW]	1 158,50
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	Q_H [GJ]	4 081,70
4.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła	$E=Q_H/V$ [kWh/m ³ a]	32,58
5.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	Q_s [GJ]	6 199,89
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 grzejącego
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 ciepłej 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	379,24

4.g. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	naturalna, mechaniczna nawiewno-wywiewna z odzyskiem ciepła
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	33 567,90

4.h. Charakterystyka węzła cieplnego lub kotłowni w budynku

Źródłem ciepła dla abudynku 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 ciepła 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 termostaticzne 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

Głównie wentylacja naturalna, z nawiewem świeżego powietrza przez stolarkę okienną, wywiew przez kominy. Na I i IV piętrze części AP oraz I piętrze części AL wentylacja mechaniczna nawiewno-wywiewna.

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 niezadawalające 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 niezadawalające 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 $U = 1,70$ $W/(m^2 \cdot K)$</p> <p><u>Drzwi</u> z profili ALU o wsp. przenikania ciepła $U = 2,00$ $W/(m^2 \cdot K)$.</p>	Nie zaleca się wymiany stolarki okiennej.
4.	<p><u>System grzewczy</u></p> <p>Instalacja wewnętrzna typu tradycyjnego o niskiej sprawności regulacji, przesylu 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 przesylu.</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.
5.	<p><u>System wentylacji grawitacyjnej</u></p> <p>Głównie instalacja typu tradycyjnego, wentylacja naturalna bez odzysku ciepła.</p>	Zaleca się modernizację instalacji poprzez zastosowanie systemu wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła.

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.	Zastosowanie systemu automatyki budynkowej w celu podwyższenia sprawności regulacji, wymiana grzejników żeliwnych, wymiana i izolacja rurociągów.
2.	Zmniejszenie strat na przesyle ciepłej wody użytkowej	Kompleksowa modernizacja instalacji i izolacja rurociągów.
3.	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez wentylację	Zastosowanie wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła wraz z modułem chłodzącym.

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.
- Oceny opłacalności optymalnego wariantu przedsięwzięcia polegającego na modernizacji instalacji wentylacji grawitacyjnej na wentylację mechaniczną z odzyskiem ciepła.
- 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_{om}, O_{lm}	opłata stała za moc		11 430,09	11 430,09	PLN/(MW·mc
O_{oz}, O_{lz}	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	858,00	858,00
2.	Sprawność systemu	-	0,42	0,65
3.	Oszczędność	PLN/a		39 384,0
	Koszt modernizacji	PLN		328 292,00
4.	SPBT	lata		8,34

KOSZT: 328 292,00 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	328 292,00 PLN	SPBT	8,34 lat
--------------	----------------	-------------	----------

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

Dane: $Q_{oco} = 4\,081,70$ GJ/a $w_{t0} = 1$ $w_{d0} = 1$ $\eta_0 = 0,658$

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_{oco}	PLN/a		74 758,00
5.	Koszt przedsięwzięcia N_{co}	PLN		2 609 644,60
6.	SPBT	lata		34,91

Koszty szacunkowe

Wariant I(po modernizacji)

	m^2	cena zł/ m^2	koszt
1. Modernizacja c.o.	12 468,20	209	2 609 644,60

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

Uwaga:

Po wykonaniu prac modernizacyjnych instalacji wentylacji w 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.

7.2.8. Ocena i wybór przesiewzienia modernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu wentylacji

Opis: Przewiduje się następujące usprawnienia poprawiające sprawność systemu wentylacji i dostosowujące instalację do aktualnych wymagań technicznych:
wykonanie systemu wentylacji mechanicznej nawiewno - wywiewnej z odzyskiem ciepła na poziomie 80%.

Lp.	Parametr	Jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1.	Zapotrzebowanie na ciepło użytkowe	GJ/a	4 081,70	2 563,17
2.	Sprawność odzysku ciepła	-	-	0,80
3.	Oszczędność	PLN/a		194 630,38
	Koszt modernizacji	PLN		5 040 848,00
4.	SPBT	lata		25,90

KOSZT: 5 040 848,00 PLN

Koszt modernizacji instalacji wentylacji uwzględnia cenę centrali wentylacyjnej z modulem chłodzenia i odzyskiem ciepła, poprowadzenie pionów ponad szczyt budynku, przewodów, przepustnic, pomp i wyrzutni.

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.	2 609 644,60	34,91
2.	Modernizacja instalacji c.w.u.	328 292,00	8,34
3.	Wentylacja mechaniczna z klimatyzacją	5 040 848,00	25,90

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	3
Modernizacja instalacji c.o.	X	X	X
Modernizacja instalacji c.w.u.	X	X	
Wentylacja mechaniczna z klimatyzacją	X		

7.4. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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

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

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

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

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

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

$$O_r = O_{1r} - O_{or}$$

Numer wariantu	Sezonowe zapotrz. na ciepło		Zapotrz. na moc	Wsp. sprawn. 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}	q_{oco}	q_{1co}	Q_{ocw}	Q_{1cw}	q_{ocw}	Q_0	Q_1	q_0	O_{or}	O_{1r}	ΔO_r	N
	GJ	GJ	kW	-	GJ	GJ	kW	GJ	GJ	kW	PLN	PLN	PLN	PLN
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
stan istn.	4 081,70	637,63	0,66	1,000	2050,2	1318,0	48,711	8 253,38	4 340,58	686,34	538 071,64	294 252,59	243 819,06	7 978 724,60
1	2 563,17	394,43	0,85	1,00	1318,0	1318,0	48,711	4 340,58	6 131,30	443,14	294 252,59	423 929,48	114 142,16	2 937 936,60
2	4 081,70	637,63	1,00	1,00	2050,2	1318,0	48,711	6 863,51	6 863,51	686,34	463 313,45	463 313,45	74 758,19	2 609 644,60
3	4 081,70	637,63	1,00	1,00	2050,2	1318,0	48,711	6 863,51	6 863,51	686,34	463 313,45	463 313,45	74 758,19	2 609 644,60

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	7 978 784,60	243 819,06	47,41	32,72
2.	2	2 937 936,60	114 142,16	25,71	25,74
3.	3	2 609 644,60	74 758,19	16,84	34,91

8. PROPOZYCJA OPTIMALNEGO 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.
3. Modernizacja instalacji wentylacji naturalnej na mechaniczną nawiewno-wywiewną z odzyskiem ciepła.

ŁĄCZNY KOSZT REALIZACJI WSKAZANEGO WARIANTU TERMOMODERNIZACYJNEGO WYNOŚI:

7 978 784,60 PLN BRUTTO

8.2. Dodatkowe prace

1. Wymiana oświetlenia wewnętrznego w budynku zgodnie z Załącznikiem 7 **547 463,16 PLN BRUTTO**

ŁĄCZNY KOSZT REALIZACJI WSZYSTKICH PRZEDSIĘWZIĘĆ WYNOŚI:

8 526 247,76 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	Stumień powietrza wentylacyjnego, m ³ /h
1	2	3	4	5
1	Pomieszc. Użytkowe	34 801,00	0,96	33 567,90
Razem				33 567,90
Ogółem			$\Psi =$	33 567,90

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	12 468,20	12 468,20	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. czepalna	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.	858,00	858,00	GJ/rok
10	Zapotrzebowanie końcowe na c.w.u.	2050,18	1317,98	GJ/rok
Obliczenie zapotrzebowania na moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej				
1	Jedn. zużycie c.w.u. $V_{cw}=$	14	14	l/os
2	Liczba osób $L=$	864	864	os
3	Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u.	0,520	0,520	m^3/h
4	Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u.	1,790	1,790	-
3	Zapotrzebowanie na ciepło	0,189	0,189	GJ/m^3
4	Moc c.w.u.	48,71	48,71	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	637,63	4 081,70
1	394,43	2 563,17
2	637,63	4 081,70
3	637,63	4 081,70

Załącznik nr 5

Obliczenie efektu ekologicznego
1. 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.	8 250,08	4 340,01	3 910,07	99,65	822,10	432,47	389,63

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

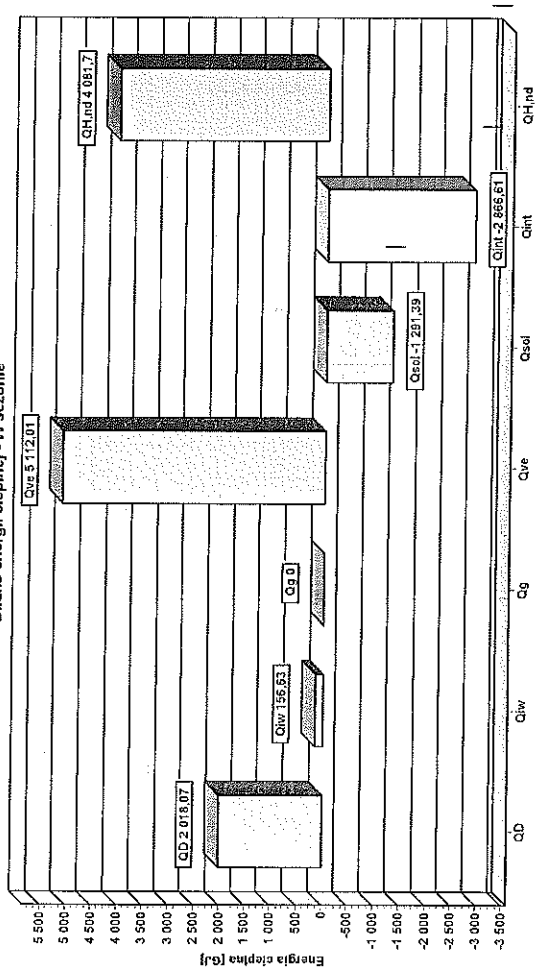
Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Blok A	
	stan istniejący	
Miejscowość:	Białystok	
Adres:		
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa 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 :	10788,2	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	34801,0	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	216271	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	421361	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	637632	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	637633	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	59,1	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	18,3	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	4006,9	m ³ /h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m,infv}$:	0,0	m ³ /h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$:	6655,5	m ³ /h
Powietrze nawiewane mech. V_{su} :	6655,5	m ³ /h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$:	6527,4	m ³ /h
Powietrze usuwane mech. V_{ex} :	6655,5	m ³ /h
Średnia liczba wymian powietrza n:	1,0	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	33567,9	m ³ /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-17,8	°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 $V_{v,H}$:	38619,5	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	4081,70	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	1133806	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	10788	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	34801,0	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	378,3	MJ/(m ² ·rok)

Wyniki - Ogólne

Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EA _H :	105,1	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewania	EV _H :	117,3	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EV _H :	32,6	kWh/(m ³ ·rok)
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na chłodzenie			
Strumień powietrza wentylacyjnego-chłodzenie V _{v,c} :		8225,4	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - chłodzenie	Q _{C,nd} :	59,05	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - chłodzenie	Q _{C,nd} :	16402	kWh/rok
Powierzchnia chłodzona budynku	A _C :	2147,2	m ²
Kubatura chłodzona budynku	V _C :	6527,4	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - chłodzenie	EA _C :	5,5	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - chłodzenie	EA _C :	1,5	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - chłodzenie	EV _C :	1,7	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - chłodzenie	EV _C :	0,5	kWh/(m ³ ·rok)
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	
Domyślne dane dotyczące rekuperacji i recyrkulacji:			
Temperatura dopływającego powietrza θ _{ex,rec} :	20,0	°C	
Projektowa sprawność rekuperacji η _{recup} :	70,0	%	
Sezonowa sprawność rekuperacji η _{E,recup} :	49,0	%	
Projektowy stopień recyrkulacji η _{recir} :		%	
Sezonowy stopień recyrkulacji η _{E,recir} :		%	

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

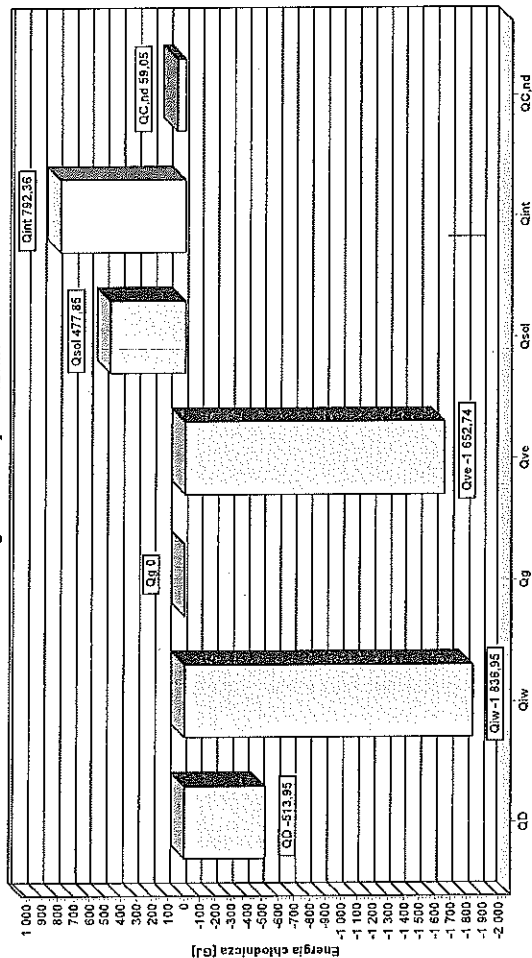
Bilans energii cieplnej - W sezonie



Bil	Miesiąc	Ld,m dni	Tem,m °C	Qd GJ/rok	Qiw GJ/rok	Qg GJ/rok	Qve GJ/rok	ηH,gn	Qsol GJ/rok	Qint GJ/rok	Qh,nd GJ/rok	Cm kJ/K	Htr,adj W/K	Hve,adj W/K	ηH	aH	ηH,m	ηH,lim	fH,lim	Iq,m h
	Styczeń	31	-4,9	326,34	19,38	0,00	824,84	0,998	39,43	243,47	888,29	2954232,4	5183,8	12368	47	4,12	0,242	1,243	1,000	744
	Luty	28	-2,0	260,43	16,21	0,00	728,78	0,997	48,45	219,90	737,93	2954232,4	5197,8	12368	47	4,11	0,267	1,243	1,000	672
	Marzec	31	1,7	239,84	16,08	0,00	547,54	0,983	95,80	243,47	470,08	2954232,4	5221,2	12368	47	4,11	0,422	1,243	1,000	744
	Kwiecień	30	7,3	161,08	12,78	0,00	420,70	0,937	137,24	235,61	245,19	2954232,4	5281,5	12368	46	4,10	0,627	1,244	1,000	720
	Maj	31	13,2	89,12	10,17	0,00	217,99	0,679	168,87	243,47	37,27	2954232,4	5451,6	12368	46	4,07	1,300	1,246	0,420	312
	Czerwiec	30	15,9	52,00	8,45	0,00	135,82	0,445	190,82	235,61	6,61	2954232,4	5688,2	12368	45	4,03	2,173	1,248	0,000	0
	Lipiec	31	17,3	35,39	7,96	0,00	86,56	0,297	188,63	243,47	1,71	2954232,4	5994,2	12368	45	3,98	3,326	1,251	0,000	0
	Sierpień	31	14,5	72,08	9,33	0,00	182,19	0,592	167,89	243,47	20,12	2954232,4	5526,5	12368	46	4,06	1,560	1,246	0,000	0
	Wrzesień	30	12,1	100,20	10,21	0,00	261,70	0,812	122,74	235,61	81,20	2954232,4	5392,0	12368	46	4,08	0,963	1,245	0,972	700
	Październik	31	7,1	169,07	13,12	0,00	413,54	0,964	68,40	243,47	295,05	2954232,4	5272,9	12368	47	4,10	0,524	1,244	1,000	744
	Listopad	30	1,6	233,37	15,44	0,00	609,52	0,994	34,79	235,61	589,56	2954232,4	5217,0	12368	47	4,11	0,315	1,243	1,000	720
	Grudzień	31	-1,3	279,16	17,50	0,00	682,83	0,996	28,33	243,47	708,70	2954232,4	5199,9	12368	47	4,11	0,277	1,243	1,000	744
	W sezonie	365	6,9	2018,07	156,63	0,00	5112,01	0,771	1291,39	2866,61	4081,70	2954232,4	5273,0	12368	47	4,10		1,244		6100

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

Bilans energii chłodniczej - W sezonie



Bil	Miesiąc	Ld,m dni	Tem,m °C	Qd GJ/rok	Qh,w GJ/rok	Qg GJ/rok	Qve GJ/rok	ηc,ls	Qsol GJ/rok	Qint GJ/rok	Qc,nd GJ/rok	Cm kJ/K	Htr,adj W/K	Hve,adj W/K	τc h	aC	γc,m	(1/γc)lim	fC,m	Ic,m h
	Styczeń	31	-4,9	-70,70	-156,01	-0,00	-227,35	0,180	14,78	67,30	0,56	558264,4	2993,6	2747,1	27	2,80	0,181	1,357	0,000	0
	Luty	28	-2,0	-57,86	-140,92	-0,00	-186,08	0,203	18,18	60,78	0,74	558264,4	2989,2	2747,1	27	2,80	0,205	1,357	0,000	0
	Marzec	31	1,7	-55,60	-156,01	-0,00	-178,79	0,259	35,58	67,30	1,81	558264,4	2982,0	2747,1	27	2,80	0,264	1,357	0,000	0
	Kwiecień	30	7,3	-41,41	-150,98	-0,00	-133,15	0,343	50,71	65,13	4,17	558264,4	2964,4	2747,1	27	2,81	0,356	1,356	0,000	0
	Maj	31	13,2	-29,29	-156,01	-0,00	-94,18	0,434	62,41	67,30	8,42	558264,4	2929,9	2747,1	27	2,82	0,464	1,354	0,000	0
	Czerwiec	30	15,9	-22,36	-150,98	-0,00	-71,92	0,501	70,21	65,13	12,56	558264,4	2900,6	2747,1	27	2,83	0,552	1,353	0,000	0
	Lipiec	31	17,3	-19,91	-156,01	-0,00	-64,01	0,514	69,43	67,30	13,48	558264,4	2878,2	2747,1	28	2,84	0,570	1,352	0,000	0
	Sierpień	31	14,5	-26,31	-156,01	-0,00	-84,61	0,450	62,01	67,30	9,18	558264,4	2917,3	2747,1	27	2,83	0,484	1,354	0,000	0
	Wrzesień	30	12,1	-30,78	-150,98	-0,00	-98,97	0,377	45,67	65,13	5,03	558264,4	2938,3	2747,1	27	2,82	0,395	1,355	0,000	0
	Październik	31	7,1	-43,24	-156,01	-0,00	-139,06	0,269	25,44	67,30	1,79	558264,4	2965,0	2747,1	27	2,81	0,274	1,356	0,000	0
	Listopad	30	1,6	-54,03	-150,98	-0,00	-173,74	0,204	12,97	65,13	0,74	558264,4	2982,1	2747,1	27	2,80	0,206	1,357	0,000	0
	Grudzień	31	-1,3	-62,46	-156,01	-0,00	-200,87	0,184	10,46	67,30	0,56	558264,4	2987,9	2747,1	27	2,80	0,185	1,357	0,000	0
	W sezonie	365	6,9	-513,95	-1836,9	-0,00	-1652,7	0,303	477,85	792,36	59,05	558264,4	2965,8	2747,1	27	2,81		1,356		0

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
D_A	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
D-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_A	Podłoga w piwnicy 52,0 cm					
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
Ściana przy podłodze: SP_A						
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-ŚR	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_A	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_A	Ściana zewnętrzna przy gruncie 28,0 cm					
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
Podłoga przyległa do ściany: PG_A						
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 3,60 m						
ŻELBET	0,1400	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,082
CEGLA_PEŁN	0,1200	cegła ceramiczna pełna	0,550			0,218
STYROPIANS	0,0200	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	30	1,460	0,500
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	J/(kg·K)	m ² ·K/W
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						0,436
STR_A	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-A	Ściana wewnętrzna 22,0 cm					
Rodzaj przegrody: Ściana wewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
ŻELBET	0,2000	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,118
STYR 0,043	0,0200	styropian	0,043			0,465
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]:						0,843
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						1,187
SZ_A_1	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_A_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

Wyniki - Ogólne

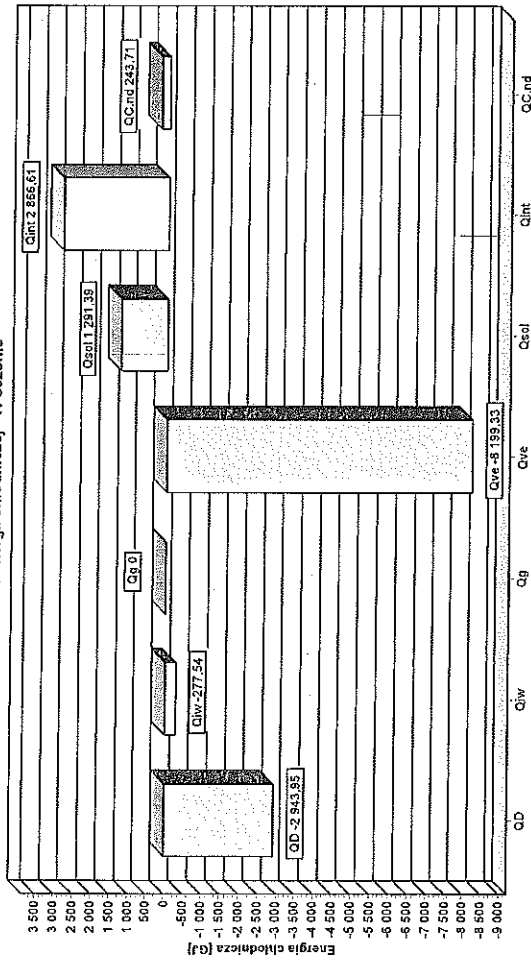
Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Blok A	
	po modernizacji	
Miejscowość:	Białystok	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	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 :	10788,2	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	34801,0	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	216271	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	178160	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	394431	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	394431	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	36,6	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	11,3	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	4006,9	m ³ /h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m,infv}$:	0,0	m ³ /h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$:	32363,1	m ³ /h
Powietrze nawiewane mech. V_{su} :	32363,1	m ³ /h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$:	31973,7	m ³ /h
Powietrze usuwane mech. V_{ex} :	32101,7	m ³ /h
Średnia liczba wymian powietrza n:	1,2	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	40377,0	m ³ /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	2,9	°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 $V_{v,H}$:	40545,0	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	2563,17	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	711991	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	10788	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	34801,0	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	237,6	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	66,0	kWh/(m ² ·rok)

Wyniki - Ogólne

Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EV _H :	73,7	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewania	EV _η :	20,5	kWh/(m ³ ·rok)
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na chłodzenie			
Strumień powietrza wentylacyjnego-chłodzenie V _{v,C} :		40806,4	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - chłodzenie	Q _{C,nd} :	243,71	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - chłodzenie	Q _{C,nd} :	67697	kWh/rok
Powierzchnia chłodzona budynku	A _C :	11362,4	m ²
Kubatura chłodzona budynku	V _C :	34801,0	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - chłodzenie	EA _C :	22,6	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - chłodzenie	EA _C :	6,3	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - chłodzenie	EV _C :	7,0	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - chłodzenie	EV _C :	1,9	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 rekuperacji i recyrkulacji:			
Temperatura dopływającego powietrza θ _{ex,rec} :		20,0	°C
Projektowa sprawność rekuperacji η _{recup} :		80,0	%
Sezonowa sprawność rekuperacji η _{E,recup} :		56,0	%
Projektowy stopień recyrkulacji η _{recir} :			%
Sezonowy stopień recyrkulacji η _{E,recir} :			%

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

Bilans energii chłodniczej - W sezonie



Bil	Miesiąc	Ld, m dni	T _{em, m} °C	Q _D GJ/rok	Q _{iw} GJ/rok	Q _g GJ/rok	Q _{ve} GJ/rok	η _{C, is}	Q _{sol} GJ/rok	Q _{int} GJ/rok	Q _{c, nd} GJ/rok	C _m kJ/K	H _{tr, adj} W/K	H _{ve, adj} W/K	τ _C h	a _C	γ _{C, m}	(1/γ _C) ^{lim}	f _{C, m}	L _{C, m} h
	Styczeń	31	-4,9	-404,98	-23,57	-0,00	-1127,9	0,182	39,43	243,47	0,30	2954232,4	5200,6	13628	44	3,91	0,182	1,256	0,000	0
	Luty	28	-2,0	-331,46	-21,29	-0,00	-923,15	0,210	48,45	219,90	0,48	2954232,4	5213,4	13628	44	3,90	0,210	1,256	0,000	0
	Marzec	31	1,7	-318,48	-23,57	-0,00	-887,00	0,275	95,80	243,47	1,64	2954232,4	5233,4	13628	44	3,90	0,276	1,256	0,000	0
	Kwiecień	30	7,3	-237,18	-22,81	-0,00	-660,57	0,398	137,24	235,61	6,84	2954232,4	5278,0	13628	43	3,89	0,405	1,257	0,000	0
	Maj	31	13,2	-167,76	-23,57	-0,00	-467,23	0,582	168,87	243,47	29,26	2954232,4	5366,7	13628	43	3,88	0,626	1,258	0,000	0
	Czerwiec	30	15,9	-128,10	-22,81	-0,00	-356,78	0,714	190,82	235,61	63,90	2954232,4	5440,0	13628	43	3,87	0,840	1,258	0,000	632
	Lipiec	31	17,3	-114,02	-23,57	-0,00	-317,57	0,764	188,63	243,47	84,45	2954232,4	5495,0	13628	43	3,86	0,949	1,259	1,000	744
	Sierpień	31	14,5	-150,72	-23,57	-0,00	-419,78	0,628	167,89	243,47	38,43	2954232,4	5393,1	13628	43	3,88	0,692	1,258	0,000	584
	Wrzesień	30	12,1	-176,30	-22,81	-0,00	-491,01	0,498	122,74	235,61	14,70	2954232,4	5339,7	13628	43	3,88	0,519	1,257	0,000	0
	Październik	31	7,1	-247,70	-23,57	-0,00	-689,89	0,322	68,40	243,47	2,68	2954232,4	5272,3	13628	43	3,89	0,324	1,257	0,000	0
	Listopad	30	1,6	-309,47	-22,81	-0,00	-861,92	0,226	34,79	235,61	0,64	2954232,4	5230,3	13628	44	3,90	0,226	1,256	0,000	0
	Grudzień	31	-1,3	-357,79	-23,57	-0,00	-996,51	0,197	28,33	243,47	0,39	2954232,4	5215,6	13628	44	3,90	0,197	1,256	0,000	0
	W sezonie	365	6,9	-2943,9	-277,54	-0,00	-8199,3	0,343	1291,39	2866,61	243,71	2954232,4	5272,3	13628	43	3,89		1,257		1960

ZAŁĄCZNIK NR 7

AUDYT OŚWIETLENIA

MODERNIZACJA OŚWIETLENIA W BLOKU „A” W UNIWERSYTECKIM DZIECIĘCYM SZPITALU KLINICZNYM W BIAŁYMSTOKU

Dane podmiotu realizującego przedsięwzięcie:	Uniwersytecki Dziecięcy Szpital Kliniczny im. L. Zamenhofa 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. Zamenhofs 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 Wojdyla		
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	12
6.3.	ANALIZA ZUŻYCIA ENERGII PO MODERNIZACJI	13
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 A 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 Zamenhofa jest największym tego typu ośrodkiem diagnostyczno-leczniczym 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 A

W bloku A znajdują się specjalistyczne oddziały oraz bloki łóżkowe.

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]	126,134	55,860
Zużycie energii elektrycznej [kWh/rok]	291 587,098	139 053,738
Cena jednostkowa [zł brutto/kWh]	0,49	0,49
Roczny koszt energii elektrycznej [zł brutto/rok]	142 877,68	68 136,33
Roczne oszczędności energii [%]	-	52,31%
Roczne oszczędności [zł brutto]	-	74 741,35

Nazwa wielkości	Stan pierwotny	Stan po modernizacji
Szacowany koszt inwestycji [zł brutto]		547 463,16
SPBT [lat]	-	7,325
Średnioroczna oszczędność energii finalnej [kWh]	-	152 533,360
Średnioroczna oszczędność energii finalnej [toe]	-	13,116
Średnioroczna oszczędność energii pierwotnej [kWh]	-	457 600,080
Średnioroczna oszczędność energii pierwotnej [toe]	-	39,347
Szacowana wielkość redukcji emisji CO ₂ [MgCO ₂ /rok]	-	118,671
PN [W/m ²]	12,27	5,44
LENI [kWh/(m ² ·rok)]	28,37	13,53

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 opraw 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 opraw 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) opraw oświetleniowych wyrażona w [W],

M_1 - łączna moc znamionowa nowych opraw 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 oraz 2x13W. 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 przed modernizacją.

Rodzaj oprawy	Moc z układem zasilającym [W]	Ilość [szt.]
Oprawa świetlówkowa T8 2x40W	88	1087
Oprawa na żarówki 40W	40	0
Oprawa na żarówki 60W	60	414
Oprawa na żarówki 15W	15	69
Oprawa świetlówkowa T8 1x40W	44	11
Oprawa świetlówkowa T5 2x21W	42	1
Oprawa na żarówki 100W	100	42
Oprawa świetlówkowa T5 2x13W	26	373

Źródło: Opracowanie własne

Łączna ilość opraw wynosi 1997 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 wymienne 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 zlecniodawcę 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 126,134 kW, a roczne zużycie energii elektrycznej wynosi 291 587,098 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]	126,134
Zużycie energii elektrycznej [kWh/rok]	291 587,098
Cena jednostkowa [zł brutto/kWh]	0,49
Roczny koszt energii elektrycznej [zł brutto/rok]	142 877,68
PN [W/m ²]	12,27
LENI [kWh/(m ² ·rok)]	28,37

Źródło: Opracowanie własne

6. PROPOZYCJE MODERNIZACYJNE

Modernizacja polega na wymianie starych opraw żarowych i świetłóvkowych 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	1087
Plafoniera LED 10W 1300lm	10	373
Plafoniera LED 15W 1950lm	15	414
Kinkiet LED 5W 500lm	5	69
Panel LED 20W 2600lm	20	12
Plafoniera LED 20W 2600lm	20	42

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	1087
Plafoniera LED 12W 1140lm	12	373
Plafoniera LED 15W 1300lm	15	414
Kinkiet LED 5W 500lm	5	69
Panel LED 20W 2600lm	20	12
Plafoniera LED 20W 2600lm	20	42

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: 139 053,738 kWh/rocznie

Wariant 2: 165 122,578 kWh/rocznie

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 10 276,4 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]	126,134	55,860	65,816
Zużycie energii elektrycznej [kWh/rok]	291 587,098	139 053,738	165 122,578
Cena jednostkowa [zł brutto/kWh]	0,49	0,49	0,49
Roczny koszt energii elektrycznej [zł brutto/rok]	142 877,68	68 136,33	80 910,06
Roczne oszczędności energii [%]	-	52,31%	43,37%
Roczne oszczędności [zł brutto]	-	74 741,35	61 967,61
Szacowany koszt inwestycji [zł brutto]	-	547 463,16	581 521,86
SPBT [lat]	-	7,32	9,38
PN [W/m ²]	12,27	5,44	6,40
LENI [kWh/(m ² ·rok)]	28,37	13,53	16,07

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.

$$\Delta Q_0 = Q_{1,finalna} - Q_{2,finalna} = 291\,587,098 \left[\frac{kWh}{rok} \right] - 139\,053,738 \left[\frac{kWh}{rok} \right] = 152\,533,360 \left[\frac{kWh}{rok} \right]$$

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:

$$\Delta Q_p = w_{el} \cdot \Delta Q_0 = 3,0 \cdot 152\,533,360 = 457\,600,080 \left[\frac{kWh}{rok} \right]$$

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:

$$\Delta E = WE \cdot \Delta Q_0 = 0,778 \cdot 152,533 = 118,671 \text{ [Mg CO}_2\text{/rok]}$$

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:

$$p = \frac{K}{\Delta Q_p} = \frac{547\,463,16}{1\,647,360} = 332,33 \text{ [zł/GJ]}$$

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	152 533,360	kWh
	13,116	toe
Średnioroczna oszczędność energii pierwotnej	457 600,080	kWh
	39,347	toe
Szacowana wielkość redukcji emisji CO ₂	118,671	MgCO ₂ /rok

Źródło: Opracowanie własne

9. WYKAZ WYKORZYSTANYCH PROGRAMÓW KOMPUTEROWYCH

Microsoft Excel – autorskie arkusze kalkulacyjne służące do wyliczania oszczędności energii

10. WYKAZ OBOWIĄZUJĄCYCH 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 przed modernizacją.</i>	<i>10</i>
<i>Tabela 3. Analiza eksploatacji oświetlenia w stanie pierwotnym</i>	<i>11</i>
<i>Tabela 4. Proponowany sprzęt oświetleniowy w wariancie 1</i>	<i>12</i>
<i>Tabela 5. Proponowany sprzęt oświetleniowy w wariancie 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>

Handwritten mark

Handwritten mark

Handwritten text at the bottom of the page