

AUDYT EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ

Termomodernizacja budynku dot. docieplenia ścian zewnętrznych, wymiany stolarki, ocieplenia dachu oraz modernizacja systemu wentylacji w budynku handlowym przy ul. Warszawskiej 180 w Bielsku Białej.

Inwestor:

Redkom Park Bielsko Sp. z o.o.
ul. Słoneczna 116A
05-500 Stara Iwiczna

**Podmiot
upoważniony:**

Veolia Południe Sp. z o.o.
ul. Zagórska 173,
42-600 Tarnowskie Góry

Lokalizacja:

Budynek handlowy
ul. Warszawska 180
43 – 300 Bielsko Biała

**Data
wykonania:**

06.03.2024 r.

**Wykonawca
audytu:**

Joanna Wilczek

KARTA AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ

KARTA AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ				Data wykonania			
				06.03.2024 r.			
Podstawowe informacje dotyczące przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej							
Przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej:				Docieplenie dachu, docieplenie ścian zewnętrznych, wymiana stolarki oraz modernizacja systemu wentylacji.			
Opis przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej (max. 250 znaków):				Przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej polegające na dociepleniu dachu, dociepleniu ścian zewnętrznych, wymianie stolarki oraz modernizacji systemu wentylacji w budynku handlowym przy ul. Warszawskiej 180 w Bielsku Białej.			
Dane podmiotu, u którego będzie realizowane/ zostało zrealizowane * przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej lub podmiotu upoważnionego (numer PESEL albo nazwa)				Podmiot upoważniony: Veolia Południe Sp. z o.o. 42-600 Tarnowskie Góry, ul. Zagórska 173 NIP 628-207-45-66 REGON 356829760			
Planowana data rozpoczęcia realizacji przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej:**				Data zakończenia realizacji przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej***:		Wyrażony w latach kalendarzowych okres uzyskiwania oszczędności energii:	
20.03.2024 r.				-			
Parametry przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej							
Średnioroczna ilość energii finalnej planowanej do zaoszczędzenia:**		1 625,102	kWh/rok	139,734	toe/rok		
Średnioroczna ilość energii pierwotnej planowanej do zaoszczędzenia:**		1 787,612	kWh/rok	153,706	toe/rok		
Średnioroczna ilość zaoszczędzonej energii finalnej:***		-	kWh/rok	-	toe/rok		
Średnioroczna ilość zaoszczędzonej energii pierwotnej:***		-	kWh/rok	-	toe/rok		
Dane sporządzającego audyt efektywności energetycznej							
Imię i nazwisko:		Joanna Wilczek					
Nr telefonu:		+48 727 422 119					
Podpis							

* Niepotrzebne skreślić

** W przypadku planowanego przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej.

*** W przypadku zrealizowanego przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej.

SPIS TREŚCI

1. Dokumenty i dane do audytu

1.1 Podstawa opracowania

1.2 Cel i zakres opracowania

2. Opis istniejącego obiektu

3. Analiza energetyczna planowanego przedsięwzięcia

3.1 Opis przedsięwzięcia

3.2 Metodologia obliczeniowa

3.3 Wyniki oszczędności energii

4. Analiza ekonomiczna

5. Analiza ekologiczna

6. Wykaz programów komputerowych

7. Wnioski

1 DOKUMENTY I DANE DO AUDYTU

1.1 PODSTAWA OPRACOWANIA

Opracowanie zostało sporządzone na podstawie:

- 1) Ustawy z dnia 20 maja 2016 r. o efektywności energetycznej (Dz.U. z 2021 r., poz. 2166);
- 2) Rozporządzenia Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 12 kwietnia 2022 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii.
- 3) Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii.
- 4) Obwieszczenia Ministra Klimatu z dnia 30 listopada 2021 r. w sprawie szczegółowego wykazu przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej.
- 5) Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej
- 6) Danych przekazanych przez Inwestora, w szczególności:
 - Projekt Wykonawczy – Architektura dot. przebudowy budynku handlowego wraz z niezbędnymi rozbiórkami
 - Rysunki techniczne, karty doborowe

Audyt wykonano metodą uproszczoną na podstawie Rozporządzenia Ministra Energii z dnia 5 października 2017r. (wraz z późniejszymi zmianami) w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii).

1.2 CEL I ZAKRES OPRACOWANIA

Celem niniejszego opracowania jest przedstawienie oszczędności energetycznych wynikających z realizacji planowanego przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej (na podstawie Obwieszczenia Ministra Klimatu z dnia 30 listopada 2021r.):

Docieplenie dachu i ścian zewnętrznych, wymiana stolarki drzwiowej oraz modernizacja systemu wentylacji w budynku handlowym.

2 OPIS ISTNIEJĄCEGO OBIEKTU

W niniejszym rozdziale opracowania przedstawiono opis stanu aktualnego budynku.

OPIS OBIEKTU

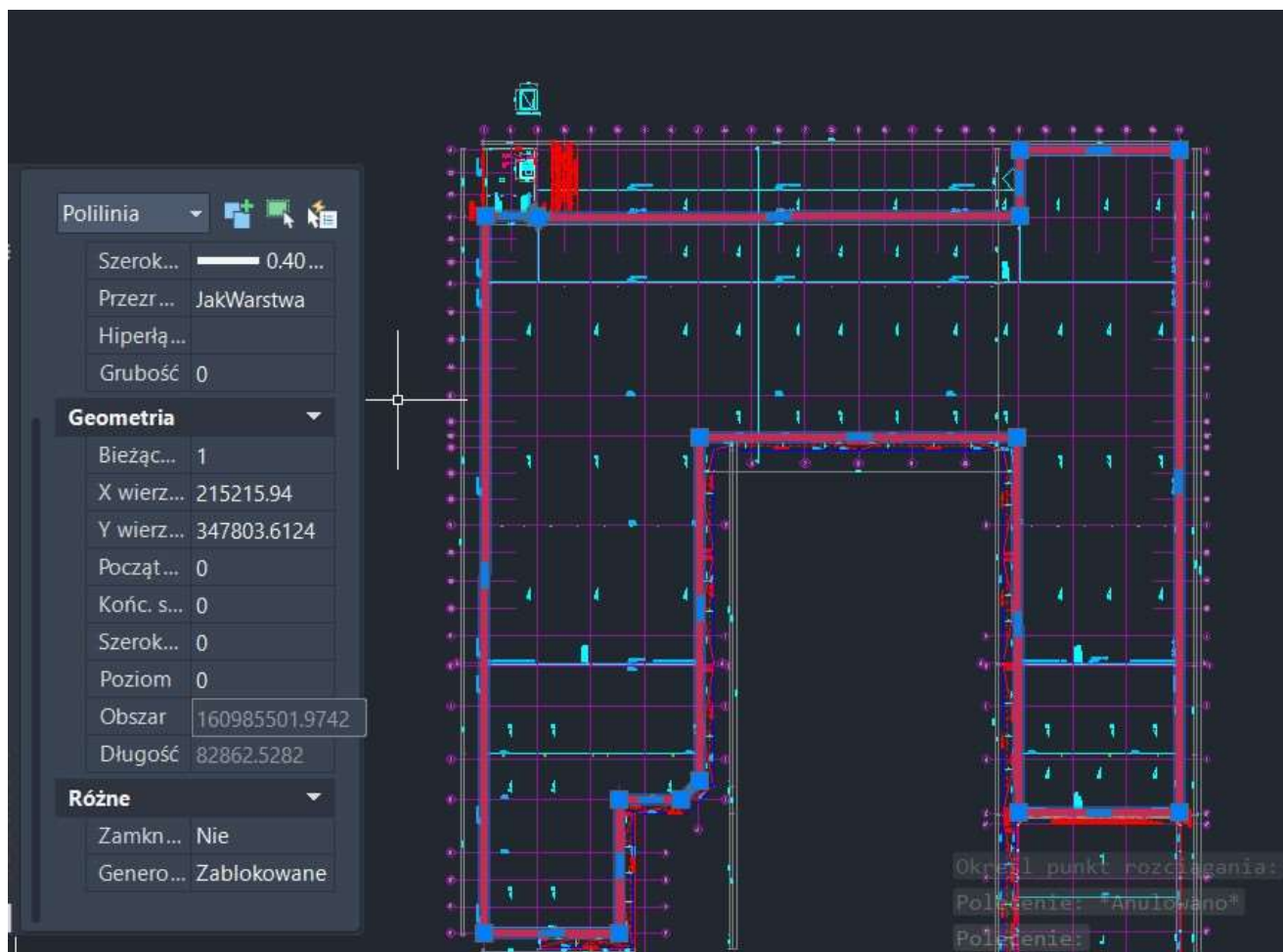
Budynek zlokalizowany jest we wschodniej części działki nr 47/24 w trójkącie pomiędzy ulicami Warszawską, Węglową i Monte Casino. Jest to wielkopowierzchniowy budynek handlowy (dawne Tesco), jednokondygnacyjny. Główna bryła budynku na planie prostokąta z głównym wejściem, drugie wejście zlokalizowano w części centralnej. Centralną część marketu zajmuje samoobsługowa sala sprzedażowa. Od północy usytuowano magazyn towarów spożywczych a od strony wschodniej zaplecze techniczne i technologiczne. Pomieszczenia Security wydzielone są i dostępne z placu utwardzonego od północy działki.

W północno – wschodnim narożniku budynku zlokalizowana jest część techniczna, która zaprojektowana jest w konstrukcji żelbetowej a w jej zakres wchodzi następujące elementy:

- podziemny zbiornik na wodę ppoż o pojemności 500m³
- budynek techniczny obejmujący pompownię, rozdzielnię wody ppoż, trafostację i rozdzielnię NN oraz kotłownię (budynek posiada 2 nadziemne i 1 podziemną kondygnację z komunikacją pionową zapewnioną przez monolityczną klatkę schodową z wyjściem na dach).

Podstawowe parametry obiektu:

- Kubatura budynku: 189 944,72 m³;
- Długość budynku: 176,32 m
- Szerokość budynku: 156,69 m
- Wysokość budynku: 9,90 – 10,50 m
- Powierzchnia zabudowy: 22 433,50 m²
- Powierzchnia użytkowa: 32 248,7 m²
- Temperatura wewnątrz budynku: 20°C



Rys. Dach budynku

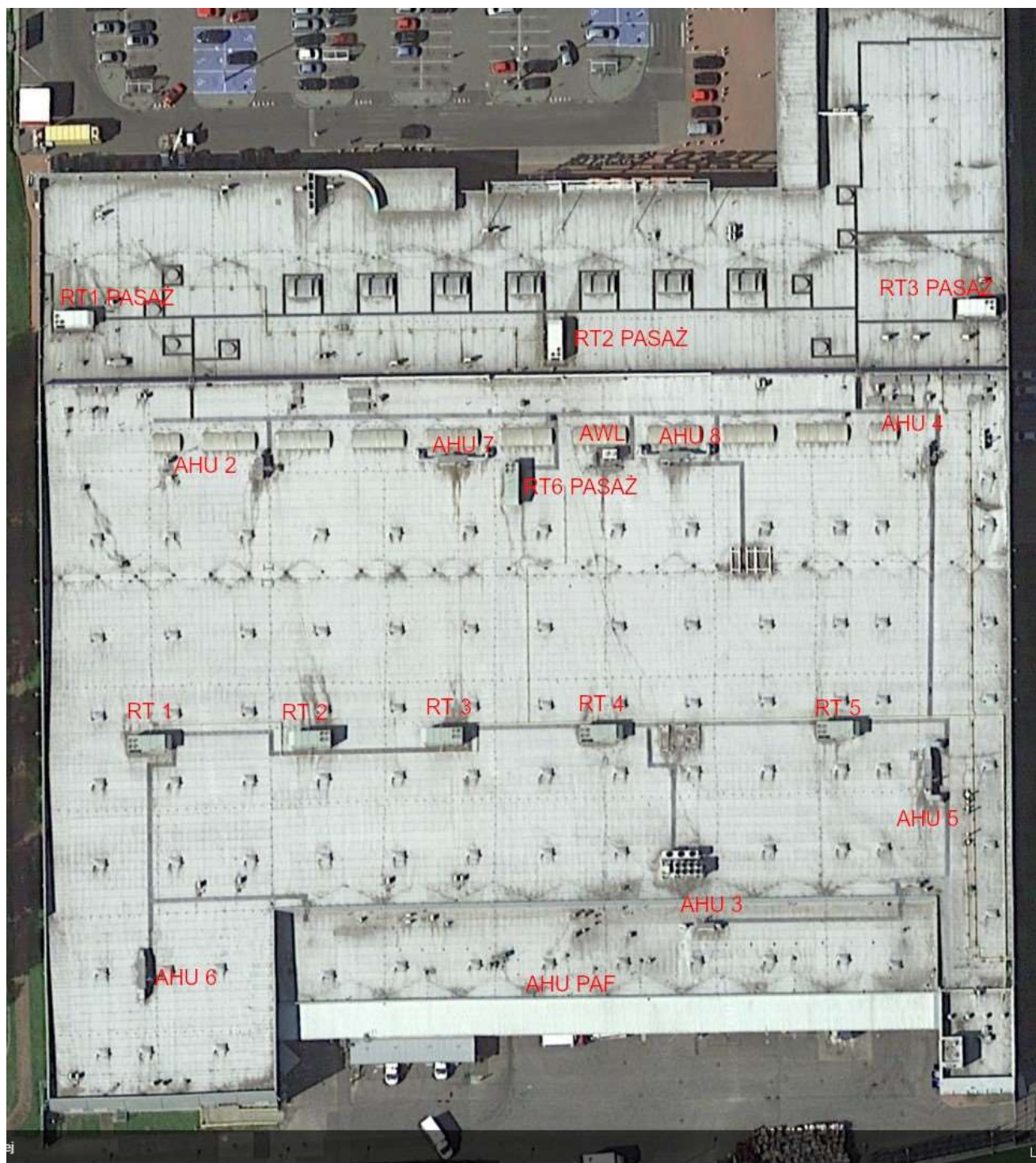
Charakterystyka systemu wentylacji:

Budynek ogrzewany był na dwa sposoby:

- 1) Poprzez aktualnie zamontowane rooftopy, które będą wymienione na nowe urządzenia wentylacyjne

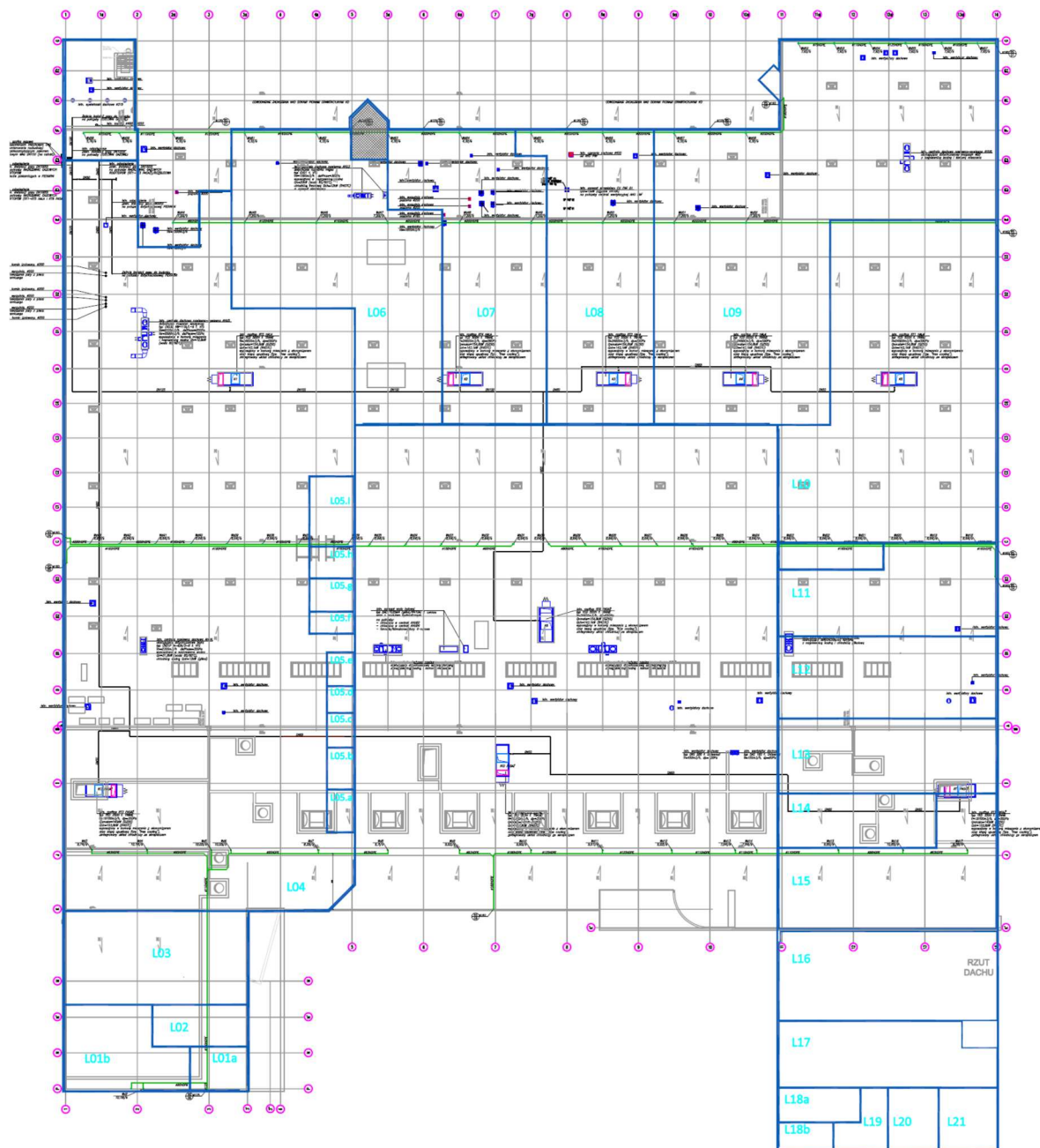
Demontaż centrali dachowej AHU2 (osie B1-B2/11-11A) wyposażonej w nagrzewnicę wodną i chłodnicę glikolową wraz z podkonstrukcją oraz z całą instalacją kanałową, akcesoriami i elementami rozdziału powietrza oraz z zawieszami instalacyjnymi	kpl.	1,00
Demontaż centrali dachowej AHU3 (osie E1/5-5A) wyposażonej w nagrzewnicę wodną i freonową wraz z agregatem skraplającym oraz podkonstrukcją pod centralę i agregat oraz z całą instalacją kanałową, akcesoriami i elementami rozdziału powietrza oraz z zawieszami instalacyjnymi	kpl.	1,00
Demontaż centrali dachowej AHU4 (osie B1-B2/2-2A) wyposażonej w nagrzewnicę wodną i chłodnicę glikolową wraz z podkonstrukcją oraz z całą instalacją kanałową, akcesoriami i elementami rozdziału powietrza oraz z zawieszami instalacyjnymi	kpl.	1,00
Demontaż centrali dachowej AHU5 (osie D1/2) wyposażonej w nagrzewnicę wodną wraz z podkonstrukcją oraz z całą instalacją kanałową, akcesoriami i elementami rozdziału powietrza oraz z zawieszami instalacyjnymi	kpl.	1,00
Demontaż centrali dachowej AHU6 (osie E2/12A-13) wyposażonej w nagrzewnicę wodną wraz z podkonstrukcją oraz z całą instalacją kanałową, akcesoriami i elementami rozdziału powietrza oraz z zawieszami instalacyjnymi	kpl.	1,00
Demontaż centrali dachowej AHU7 (osie B1/8A) wyposażonej w nagrzewnicę wodną wraz z podkonstrukcją oraz z całą instalacją kanałową, akcesoriami i elementami rozdziału powietrza oraz z zawieszami instalacyjnymi	kpl.	1,00
Demontaż centrali dachowej AHU8 (osie B1/5A) wyposażonej w nagrzewnicę wodną wraz z podkonstrukcją oraz z całą instalacją kanałową, akcesoriami i elementami rozdziału powietrza oraz z zawieszami instalacyjnymi	kpl.	1,00
Demontaż agregatu wody lodowej typ EAC1103SM4 (glikol/R410A) f. Lennox wraz z modułem hydraulicznym obsługującego centrale dachowe AHU02 i AHU04	kpl.	1,00
Demontaż rooftopa RT1 hala (osie C4-D/12-13) wyposażonego w nagrzewnicę gazową i zintegrowanym układem chłodniczym wraz z podkonstrukcją oraz z całą instalacją kanałową, akcesoriami i elementami rozdziału powietrza oraz z zawieszami instalacyjnymi	kpl.	1,00

Demontaż rooftopa RT3 hala (osie C4-D/8-9) wyposażonego w nagrzewnicę gazową i zintegrowanym układem chłodniczym wraz z podkonstrukcją oraz z całą instalacją kanałową, akcesoriami i elementami rozdziału powietrza oraz z zawieszami instalacyjnymi	kpl.	1,00
Demontaż rooftopa RT4 hala (osie C4-D/6-7) wyposażonego w nagrzewnicę gazową i zintegrowanym układem chłodniczym wraz z podkonstrukcją oraz z całą instalacją kanałową, akcesoriami i elementami rozdziału powietrza oraz z zawieszami instalacyjnymi	kpl.	1,00
Demontaż rooftopa RT1 pasaż (osie I-J/13-14) wyposażonego w nagrzewnicę gazową i zintegrowanym układem chłodniczym wraz z podkonstrukcją oraz z całą instalacją kanałową, akcesoriami i elementami rozdziału powietrza oraz z zawieszami instalacyjnymi	kpl.	1,00
Demontaż rooftopa RT2 pasaż (osie H-I/7-8) wyposażonego w nagrzewnicę gazową i zintegrowanym układem chłodniczym wraz z podkonstrukcją oraz z całą instalacją kanałową, akcesoriami i elementami rozdziału powietrza oraz z zawieszami instalacyjnymi	kpl.	1,00
		13,00



2) Lokalną kotłownię, która będzie demontowana na poczet nowej, małej kotłowni do ogrzewania pomieszczeń technicznych

- Obieg kotła Vitoplex 100f Viessmann o mocy 895kW z palnikiem gazowym i ścieżką oraz układem odprowadzenia spalin, orurowaniem w izolacji i armaturą
- obieg kotłowy kotła Vitoplex 100f. o mocy 130 W z palnikiem gazowym i ścieżką oraz układem odprowadzania spalin, orurowaniem w izolacji i armaturą
- rozdzielacze kotłowe wraz z czterema obiegami pompowymi, orurowaniem w izolacji i armaturą i zawiesiami
- układ przygotowania cwu z dwoma podgrzewaczami cwu typ Vitcell-V100 o pojemności 500 l każdy wraz z orurowaniem w izolacji i armaturą i zawiesiami
- urządzenia i armatura zabezpieczająca przed nadmiernym wzrostem ciśnienia
- układ detekcji gazu.



Zestawienie przegród - ściany zewnętrznych

Lp.	Istniejąca ściana warstwowa	grubość
1.	panele ściennie metalowe	8 cm
2.	folia paroprzepuszczalna	
3.	wełna mineralna PANELROCK	15 cm
4.	kasety ściennie metalowe	

3 ANALIZA ENERGETYCZNA PLANOWANEGO PRZEDSIĘWZIĘCIA

3.1 OPIS PRZEDSIĘWZIĘCIA

Przedmiotem inwestycji są działania służące poprawie efektywności energetycznej polegające na dociepleniu dachu i ścian zewnętrznych, wymianie stolarki drzwiowej oraz modernizacji systemu wentylacji w budynku handlowym.

Zgodnie z Obwieszczeniem Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 15 kwietnia 2022 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2022 poz. 1225) wymagany współczynnik przenikania ciepła przez przegrody po termomodernizacji wynosi odpowiednio:

- dla dachu: $0,15 \text{ [W/(m}^2\cdot\text{K)]}$;
- dla ścian zewnętrznych – $0,2 \text{ [W/(m}^2\cdot\text{K)]}$;
- dla drzwi zewnętrznych – $1,3 \text{ [W/(m}^2\cdot\text{K)]}$;
- dla okien w budynku: $0,90 \text{ [W/(m}^2\cdot\text{K)]}$.

Spełnienie współczynników będzie możliwe przez zastosowanie odpowiedniej stolarki oraz docieplenie dachu i ścian.

3.2 METODOLOGIA OBLICZENIOWA

Dla przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej polegającego na ociepleniu dachu i ścian przyjmuje się metodologię opisaną w Załączniku nr 2 do Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii.

3.2.1 Docieplenie dachu

Ilość zaoszczędzonej energii finalnej wynikającej z docieplenia stropodachu wyznaczono ze wzoru:

$$\Delta Q_0 = \frac{0,302 * k_1 * k_2 * A_p * \left(U_0 - \frac{1}{\frac{1}{U_0} + \frac{d}{\lambda}} \right)}{\eta_i}$$

Gdzie:

- ΔQ_0 – ilość zaoszczędzonej energii finalnej, wyrażonej w [GJ/rok];
- k_1 – współczynnik ostrości klimatu, na podstawie tabeli nr 1 Załącznika nr 2 do Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii;
- k_2 – współczynnik korekcyjny w zależności od wielkości średniej temperatury pomieszczenia ogrzewanego, na podstawie danych w tabeli nr 3 Załącznika nr 2 do Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii;
- A_p – powierzchnia ocieplonej przegrody przed wykonaniem ocieplenia, wyrażona w [m²];
- U_0 – współczynnik przenikania ciepła ściany zewnętrznej lub stropodachu w stanie istniejącym, określony na podstawie dokumentacji technicznej, odpowiednich obliczeń wykonanych dla stanu faktycznego zgodnie z normą PN-EN ISO 6946 lub na podstawie danych w tabeli nr 2 Załącznika nr 2 do Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i

sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii, wyrażony w $[W/(m^2 \cdot K)]$;

- d – grubość dodatkowej warstwy ocieplenia, wyrażona w [m];
- λ – współczynnik przewodności cieplnej materiału izolacyjnego określony na podstawie Polskiej Normy PN-EN ISO 10456 na podstawie danych producenta; dla większości standardowych materiałów do izolacji cieplnej (najczęściej przyjmowany jako 0,040);
- η_i – całkowita sprawność systemu grzewczego równa η_{OM} w przypadku budynków mieszkalnych lub η_{OP} w przypadku budynków użyteczności publicznej i budynków usługowych określona na podstawie danych w tabeli nr 4 Załącznika nr 2 do Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii.

W związku faktem, iż jest to wymiana wełny na PIR czyli wymiana materiału docieplającego od grubości całkowitej warstwy ocieplenia odjęto dane dot. wełny.

3.2.2 Wymiana stolarki

Dla przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej polegającego na wymianie stolarki przyjmuje się metodologię opisaną w Załączniku nr 2 do Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii

Ilość zaoszczędzonej energii finalnej wynikającej z wymiany stolarki wyznaczono ze wzoru:

$$\Delta Q_0 = \frac{0,9 * k_1 * k_2 * A_{ok} * [0,3356 * (U_{0ok} - U_{1ok}) + 1,43]}{\eta_{0P}}$$

Gdzie:

- ΔQ_0 – ilość zaoszczędzonej energii finalnej, wyrażonej w [GJ/rok];
- k_1 – współczynnik ostrości klimatu, na podstawie tabeli nr 1 Załącznika nr 2 do Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii;
- k_2 – współczynnik korekcyjny w zależności od wielkości średniej temperatury pomieszczenia ogrzewanego, na podstawie danych w tabeli nr 3 Załącznika nr 2 do

Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii;

- A_{ok} – powierzchnia okien poddawanych termomodernizacji, wyrażona w $[m^2]$
- U_{0ok} – współczynnik przenikania ciepła okna zewnętrznego i drzwi balkonowych w stanie istniejącym, określony na podstawie dokumentacji technicznej lub na podstawie danych zawartych w tabeli nr 2 Załącznika nr 2 do Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii;
- U_{1o} – współczynnik przenikania ciepła okna zewnętrznego i drzwi balkonowych po modernizacji, określony na podstawie dokumentacji technicznej dostawcy stolarki okiennej Załącznika nr 2 do Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii;
- η_{0p} – całkowita sprawność systemu grzewczego dla budynków użyteczności publicznej i budynków usługowych, określona na podstawie danych w tabeli nr 4 Załącznika nr 2 do Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii.

3.2.3 Modernizacja systemu wentylacji

Ilość zaoszczędzonej energii finalnej wynikającej z modernizacji systemu wentylacji wyznaczono wg poniższej metodologii:

Średnie zapotrzebowanie mocy cieplnej w sezonie grzewczym na wentylację - stan obecny:

$$N = 201.960 [m^3/h] \times 50\% \times 17K \times 1,224 / 3600 = 583,7 \text{ kW}$$

Średnie zapotrzebowanie mocy cieplnej w sezonie grzewczym na wentylację - stan projektowany:

$$N = 116.447 [m^3/h] \times (1 - 75\%) \times 17K \times 1,224 / 3600 = 168,3 \text{ kW}$$

Redukcja zapotrzebowania mocy wynosi:

$$583,7 [kW] - 168,3 [kW] = 415,4 [kW]$$

Czas pracy instalacji wentylacji przyjęto zgodnie z czasem pracy centrum handlowego:
pn - so: 7 - 22, tj. 90 h/tyg. tj. 53,6% tygodnia

Standardowa długość sezonu grzewczego wynosi 222 dni/rok tj. 5.328 h/rok.

Po uwzględnieniu j.w. otrzymujemy czas pracy wentylacji 2.856 h/rok.

Redukcja zapotrzebowania ciepła użytkowego wynosi:

$$Q_u = 415,4 \text{ [kW]} \times 2.856 \text{ [h/rok]} = 1.186.382 \text{ [kWh/rok]}$$

W stanie obecnym źródłem ciepła dla systemu wentylacji są nagrzewnice wodne, ciepło z kotłowni gazowej, w stanie projektowanym będą to nagrzewnice gazowe. W obu przypadkach sprawność wytwarzania i przesyłu ciepła przyjęto na poziomie 90%. Stąd zapotrzebowanie energii końcowej wynosi:

$$Q_k = 1.186.382 \text{ [kWh/rok]} / 90\% = 1.318.202 \text{ [kWh/rok]}$$

Stąd średnioroczna oszczędność energii końcowej (finalnej) w wyniku modernizacji systemu wentylacji wynosi:

$$1.318.202 \text{ [kWh/rok]} / 1.000 \text{ [kWh/MWh]} / 11,63 \text{ [MWh/toe]} = \mathbf{113,345 \text{ [toe]}}$$

3.2.4 Sumaryczna ilość zaoszczędzonej energii

Sumaryczna ilość zaoszczędzonej energii finalnej została wyznaczona jako suma zaoszczędzonej energii finalnej dla każdej części przedsięwzięcia modernizacyjnego zgodnie ze wzorem:

$$\Delta Q_{o, \text{ total}} = \sum \Delta Q_o$$

Sumaryczna ilość zaoszczędzonej energii pierwotnej została wyznaczona ze wzoru:

$$\Delta Q_p = \Delta Q_{o, \text{ total}} \cdot w_i$$

Gdzie:

- w_i – współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej odpowiedni dla danego nośnika energii finalnej, stosownie do wykorzystywanego paliwa lub energii określony a podstawie danych zawartych w tabeli 1 Załącznika nr 4 do Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii

3.3 WYNIKI OSZCZĘDNOŚCI ENERGII

3.3.1 Docieplenie dachu

W tabeli zestawiono dane wejściowe do obliczeń dla działania termomodernizacyjnego polegającego na dociepleniu dachu

Dane wejściowe do obliczeń – docieplenie dachu

Lp.	Parametr	Wartość	Jednostka
1.	k_1	0,976	-
2.	k_2	1,000	-
3.	A_p	16 100	m ²
4.	U_0	0,3	W/(m ² ·K)
5.	d	0,15	m
6.	λ	0,022	W/(m·K)
7.	η_i	0,86	-

Wyniki analizy energetycznej – docieplenie dachu

Lp.	Parametr	Wartość	Jednostka
1.	Ilość zaoszczędzonej energii finalnej	661,224	GJ/rok
2.	Ilość zaoszczędzonej energii finalnej	16,032	toe/rok
3.	Ilość zaoszczędzonej energii pierwotnej	727,346	toe/rok

3.3.2 Docieplenie ścian zewnętrznych

W tabeli zestawiono dane wejściowe do obliczeń dla działania termomodernizacyjnego polegającego na dociepleniu ścian zewnętrznych

Dane wejściowe do obliczeń – docieplenie ścian zewnętrznych

Lp.	Parametr	Wartość	Jednostka
1.	k_1	0,976	-
2.	k_2	1,000	-
3.	A_p	2 476,21	m ²
4.	U_0	0,5	W/(m ² ·K)
5.	d	0,1	m
6.	λ	0,04	W/(m·K)
7.	η_i	0,87	-

Wyniki analizy energetycznej – docieplenie ścian zewnętrznych

Lp.	Parametr	Wartość	Jednostka
1.	Ilość zaoszczędzonej energii finalnej	329,694	GJ/rok
2.	Ilość zaoszczędzonej energii finalnej	7,875	toe/rok
3.	Ilość zaoszczędzonej energii pierwotnej	362,663	toe/rok

3.3.3 Wymiana stolarki

W tabeli zestawiono dane wejściowe do obliczeń dla działania termomodernizacyjnego polegającego na wymianie stolarki

Dane wejściowe do obliczeń

Lp.	Parametr	Wartość	Jednostka
1.	k_1	0,976	-
2.	k_2	1	-
3.	A_{ok}	57,21	m ²
4.	U_{0ok}	2	W/(m ² ·K)
5.	U_{1ok}	0,9	W/(m ² ·K)
6.	η_{0P}	0,87	-

Wyniki analizy energetycznej – wymiana stolarki drzwiowej

Lp.	Parametr	Wartość	Jednostka
1.	Ilość zaoszczędzonej energii finalnej	103,924	GJ/rok
2.	Ilość zaoszczędzonej energii finalnej	2,482	toe/rok
3.	Ilość zaoszczędzonej energii pierwotnej	114,316	toe/rok

3.3.4 Sumaryczna ilość zaoszczędzonej energii

W tabeli zestawiono sumaryczną ilość zaoszczędzonej energii finalnej, wynikającej z realizacji przedmiotowego przedsięwzięcia.

Sumaryczna ilość zaoszczędzonej energii finalnej

Lp.	Działanie termomodernizacyjne	Ilość zaoszczędzonej energii finalnej [GJ/rok]	Ilość zaoszczędzonej energii finalnej [toe/rok]
1.	Docieplenie dachu	671,224	16,032
2.	Docieplenie ścian zewnętrznych	329,694	7,875
	Wymiana stolarki drzwiowej	103,924	2,482
3.	Modernizacja systemu wentylacji	4 745,527	113,345
4.	SUMA	5 850,369	139,734

W tabeli zestawiono sumaryczną ilość zaoszczędzonej energii pierwotnej, wynikającej z realizacji przedmiotowego przedsięwzięcia.

Sumaryczna ilość zaoszczędzonej energii pierwotnej

Lp.	Działanie termomodernizacyjne	Ilość zaoszczędzonej energii pierwotnej [GJ/rok]	Ilość zaoszczędzonej energii pierwotnej [toe/rok]
1.	Docieplenie dachu	738,346	17,635
2.	Docieplenie ścian zewnętrznych	362,663	8,662
	Wymiana stolarki drzwiowej	114,316	2,730
3.	Modernizacja systemu wentylacji	5 220,079	124,679
4.	SUMA	6 435,405	153,706

4 ANALIZA EKONOMICZNA

Analizę ekonomiczną oparto na założeniach dot. ceny ciepła, planowanych kosztów robót i oszczędności kosztów energii.

Analizę ekonomiczną wykonano na podstawie wyliczenia prostego czasu zwrotu z inwestycji (SPBT), który wyraża czas, po którym inwestor odzyska środki poświęcone na cele analizowanej inwestycji. Prosty czas zwrotu nie uwzględnia zmiany wartości pieniądza i jest wyrażony równaniem:

$$\sum_{t=0}^{SPBT} S_n = 0$$

Gdzie:

- S_n – roczne oszczędności wynikające z wdrożenia przedsięwzięcia termomodernizacyjnego; [PLN/rok].

Inwestor nie podał kosztów inwestycji, dlatego nie jest możliwe przeprowadzenie analizy ekonomicznej przedsięwzięcia, jednak zakłada się iż termin zwrotu z inwestycji nie przekroczy 20 lat.

5 ANALIZA EKOLOGICZNA UKŁADU ODZYSKU CIEPŁA (UOC)

METODOLOGIA OBLICZENIOWA ANALIZY EKOLOGICZNEJ

Planowana inwestycja, polegająca na termomodernizacji budynku wraz z modernizacją wentylacji przyczyni się do zmniejszenia strat ciepła. W związku z tym zostanie ograniczona emisja CO₂. Redukcję emisji CO₂ wyznaczono z poniższego wzoru:

$$\Delta E_{CO_2} = \frac{\Delta Q_{o, total} \cdot W_{EE}}{3,6}$$

Gdzie:

- $\Delta Q_{o, total}$ – summaryczna roczna oszczędność energii finalnej wynikające z przeprowadzonej termomodernizacji, równa 2 423,044 GJ/rok
- W_{EE} – wskaźnik emisji dwutlenku węgla dla energii elektrycznej; równy 94,81 kg/MWh¹.

5.1 WYNIKI ANALIZY EKOLOGICZNEJ

Na podstawie przeprowadzonej analizy ekologicznej wyznaczono roczną ilość zredukowanej emisji CO₂ na poziomie **63 813,55 MgCO₂/rok**.

6 WYKAZ PROGRAMÓW KOMPUTEROWYCH

1. Pakiet Microsoft Office

¹ KOBiZE, Wskaźniki emisyjności CO₂, SO₂, NO_x, CO i pyłu całkowitego dla energii elektrycznej na podstawie informacji zawartych w Krajowej bazie o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji za 2021 rok,

7 WNIOSKI

Na podstawie danych udostępnionych przez Inwestora, została przeprowadzona analiza oszczędności energii, wynikającej z planowanej inwestycji polegającej na termomodernizacji budynku handlowego w Bielsku Białej.

Obecny stan techniczny budynku wskazuje na duże straty ciepła.

W związku z powyższym Inwestor podjął decyzję o wdrożeniu przedsięwzięć mających na celu ograniczenie strat ciepła: docieplenie ścian zewnętrznych i dachu, wymianę stolarki. Dodatkowo w celu ograniczenia ilości zużywanej energii Inwestor postanowił zmodernizować system wentylacyjny..

Wskutek realizacji planowanego przedsięwzięcia dojdzie do zmniejszenia ilości zużywanej energii finalnej oraz pierwotnej. W poniższej tabeli przedstawiono sumaryczne oszczędności energii finalnej oraz pierwotnej.

Zestawienie zaoszczędzonej energii

Lp.	Parametr	Ilość zaoszczędzonej energii [GJ/rok]	Ilość zaoszczędzonej energii [toe/rok]
1.	Energia finalna	5 850,369	139,734
2.	Energia pierwotna	6 435,405	153,706

W ramach niniejszego opracowania przeprowadzono również analizę ekologiczną. Szacowana roczna redukcja emisji CO₂ wynikająca z przeprowadzenia termomodernizacji budynku wyniesie 63 813, 55 **MgCO₂/rok**.