

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU
dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego
do realizacji w trybie Ustawy z dnia 21 listopada 2008 r.
o wspieraniu termomodernizacji i remontów

BUDYNEK STAROSTWA POWIATOWEGO
W BIELSKU-BIAŁEJ
PRZY UL. PIASTOWSKIEJ 40



Adres budynku:	ulica: Piastowska 40 kod: 43-300 miejscowość: Bielsko-Biała
Inwestor:	Starostwo Powiatowe w Bielsku-Białej 43-300 Bielsko-Biała ul. Piastowska 40
Wykonawca audytu:	mgr inż. Zbigniew Korek
Data:	czerwiec 2013 r.

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku				
1. Dane identyfikacyjne budynku				
1.1.	Rodzaj budynku	Budynek użyteczności publicznej	1.2.	Rok ukończenia budowy
				1975-80
1.3.	Inwestor <small>(nazwa lub imię i nazwisko, adres)</small>	Starostwo Powiatowe w Bielsku-Białej ul.: Piastowska 40 kod: 43-300 Bielsko-Biała powiat: bielski województwo: śląskie	1.4.	Adres budynku ul.: Piastowska 40 kod: 43-300 Bielsko-Biała powiat: bielski województwo: śląskie
2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt				
Przedsiębiorstwo Usług Technicznych, Projektowych i Edukacyjnych Korterm Zbigniew Korek 40-087 Katowice, ul. Sokolska 74 fax: (32) 201 06 01, tel. kom.: 600 973 527 e-mail: korterm@korterm.pl REGON:277549174				
3. Imię, nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis				
mgr inż. Zbigniew Korek PESEL:70082200713 Podpis: 40-087 Katowice, ul. Sokolska 74/7 Posiadane kwalifikacje: <ul style="list-style-type: none"> • uprawnienia budowlane nr 73/2000 bez ograniczeń do projektowania w specjalności instalacyjnej • uprawnienia budowlane nr SLK/0195/OWOS/07 bez ograniczeń do kierowania robotami budowlanymi w specjalności instalacyjnej • szkolenie dla kandydatów na audytorów energetycznych nr KAPE/116/99 • uprawnienia energetyczne nr G-2/D 358/2003 				
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje				
Lp.	Imię i nazwisko		Zakres udziału w opracowaniu audytu	Posiadane kwalifikacje (ew. uprawnienia)
1.	Katarzyna Korek		Obliczenia OZC	nr MI/ŚE/2320/2010
2.				
5.	Miejscowość	Katowice	Data wykonania opracowania	czerwiec 2013 r.
6. Spis treści				
1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku				str. 2
2. Karta audytu energetycznego				str. 3
3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora				str. 5
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku				str. 6
5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku				str. 9
6. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych				str. 10
7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego				str. 11
8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji				str. 24
9. Załączniki do audytu				str. 27

2. Karta audytu energetycznego budynku *)			
1. Dane ogólne			
1.	Konstrukcja/technologia budynku	szkieletowa	
2.	Liczba kondygnacji	5/6+kond.techn.	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	14 295,40	
4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	5 589,44	
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	-	
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	5 589,44	
7.	Liczba lokali mieszkalnych	-	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	199	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	centralny - miejski system ciepłowniczy	
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	centralny - miejski system ciepłowniczy	
11.	Współczynnik kształtu A/V [l/m]	0,31	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/(m ² K)]		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	SZ-OSŁ Ściana zewnętrzna	0,198	0,198
2.	SZ-SZCZ Ściana zewnętrzna	0,258	0,258
3.	SZ-45 Ściana zewnętrzna	0,955	0,955
4.	SZ-50 Ściana zewnętrzna	0,875	0,875
5.	SZG Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,483; 0,557; 0,666	0,483; 0,557; 0,666
6.	PG Podłoga na gruncie	0,328	0,328
7.	Stropodach STD	0,277; 0,406	0,277; 0,406
8.	Strop zewnętrzny STRD	0,819	0,819
9.	Strop zewnętrzny STRG	0,872	0,872
10.	OZ-PCV Okna zewnętrzne	1,600; 1,700	1,600; 1,700
11.	OZ-D Okna zewnętrzne	2,600	1,500
12.	DZ Drzwi zewnętrzne	1,800; 2,000; 5,600	1,800; 2,000; 5,600
13.	LUKS Luksfery	4,545	4,545
3. Sprawności składowe systemu grzewczego			
1.	Sprawność wytwarzania	0,95	3,5 (54%); 0,95(46%)
2.	Sprawność przesyłania	0,97	0,95; 0,97
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,93	0,93; 0,93
4.	Sprawność akumulacji	1,00	0,99; 1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	0,85	0,85
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	0,89	0,89
4. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna	mechaniczna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna i drzwi/kanały wentylacyjne	kanały wentylacyjne, centrale wentylacyjne
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	11 651	21 442
4.	Liczba wymian [l/h]	0,82	1,50
5. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	315,2	198,3
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie c.w.u. [kW]	30,9	30,9
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1 771,2	1 431,6
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1 563,5	768,3
5.	Obliczeniowe zużycie energii do przygotowania c.w.u. [GJ/rok]	138,2	67,7
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego i na przygotowanie c.w.u. (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	1 478,0 ¹⁾	-

7.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ³ rok]	34,42	27,82
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ³ rok]	30,38	14,93
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	77,71	38,19
6. Opłaty jednostkowe brutto (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Opłata za 1 GJ energii na ogrzewanie **) [zł]	42,30	42,30 148,15
2.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ***) [zł]	11 120,27	11 120,27 8 740,00
3.	Opłata za podgrzanie 1 m ³ wody użytkowej**) [zł]	28,46	15,34
4.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u na miesiąc***) [zł]	11 120,27	11 120,27 8 740,00
5.	Opłata za ogrzanie 1 m ² powierzchni użytkowej miesięcznie [zł]	1,61	1,01
6.	Opłata abonamentowa [zł]		
7.	Inne [zł]		
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu [zł]	1 672 887,20	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	50,87
Planowane koszty całkowite [zł]	2 091 109,00	Premia termomodernizacyjna [zł]	90 087,12
Okres kredytowania [lata]	-	Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	45 043,56
<p>*) dla budynku o mieszanej funkcji należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku</p> <p>**) opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii</p> <p>***) stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii</p> <p>1) Różnica pomiędzy obliczeniowym a zmierzonym zużyciem ciepła wynika z niedotrzymywania w pomieszczeniach komfortu cieplnego oraz nieznanych rozpyłów powietrza wentylacyjnego.</p> <p>Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię z uwzględnieniem energii na potrzeby oświetlenia wbudowanego i energii pomocniczej wynosi 35%, roczna oszczędność kosztów energii 47 373 zł.</p>			

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

3.1. Dokumentacja projektowa:

1. Rzuty kondygnacji - materiały własne inwestora

3.2. Wykaz podstawowych norm i przepisów

1. Ustawa z dnia 21.11.2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów, (Dz. U. 2008 nr 223, poz. 1459 z późniejszymi zmianami).
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17.03.2009 roku w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz. U. 2009 nr 43 poz. 346).
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 06.11.2008 roku zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 2008 nr 201 poz. 1238 z późn. zmianami).
4. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6.11.2008 roku 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 (Dz. U. 2008 nr 201 poz.1240).
5. Polska Norma PN-EN-ISO 6946:2004 "Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania."
6. Polska Norma PN-EN 12831:2006 "Instalacje grzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego".
7. Polska Norma PN-EN ISO 13790: 2009 "Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia".
8. Polska Norma PN-EN-ISO 13789:2008 "Właściwości cieplne budynków. Współczynnik strat ciepła przez przenikanie. Metoda obliczania."
9. Polska Norma PN-82/B-02403 "Ogrzewnictwo. Temperatuty obliczeniowe zewnętrzne."
10. Polska Norma PN-83/B-03430 Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania.
11. Polska Norma PN-EN ISO 10077-1:2007 " Ciepne właściwości użytkowe okien, drzwi i żaluzji. Obliczanie współczynnika przenikania ciepła. Część 1: Postanowienia ogólne.
12. Polska Norma PN-ISO 9836:1997 "Określanie i obliczanie wskaźników powierzchni i kubatur."

3.3. Inne dokumenty

1. Aktualna taryfa przedsiębiorstwa ciepłowniczego - Przedsiębiorstwo Komunalne "THERMA" Sp. z o.o.
2. Aktualna taryfa przedsiębiorstwa energetycznego - TAURON Dystrybucja, TAURON Polska Energia.

3.4. Osoby udzielające informacji

1. Przedstawiciel Inwestora

3.5. Data wizji lokalnej

04.06.2013 r.

3.6. Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi Inwestora (Zlecniodawcy)

1. Obniżenie kosztów ogrzewania budynku poprzez zastosowanie wentylacji mechanicznej oraz odnawialnych źródeł energii dla potrzeb produkcji ciepła i energii elektrycznej.
2. Wykorzystanie dofinansowania z WFOŚiGW i innych funduszy celowych.

3.7. Zadeklarowany maksymalny wkład własny na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora

Wkład własny inwestora nie powinien przekraczać sumy	<i>nie określono</i>	zł
Kwota kredytu nie powinna przekraczać sumy	<i>nie określono</i>	zł

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku**4.a. Ogólne dane o budynku**

Identyfikator budynku	
Własność	Starostwo Powiatowe w Bielsku-Białej
Przeznaczenie budynku	budynek użyteczności publicznej
Adres	43-300 Bielsko-Biała, ul. Piastowska 40
Budynek	wolnostojący (połączony łącznikiem z sąsiednim budynkiem)

Rok budowy		1975-80		Rok zasiedlenia		1975-80	
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:					
1.	Powierzchnia zabudowy [m²]			1 274,53			
2.	Kubatura budynku [m³]			19 973,38			
3.	Kubatura ogrzewanej części budynku, pomniejszona o podcienia, balkony, loggie, galerie itp. [m³]			14 295,40			
4.	Powierzchnia użytkowa pomieszczeń [m²]			5 406,03			
5.	Powierzchnia klatek schodowych [m²]			183,41			
6.	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym [m²]			-			
7.	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy/przyziemiu (m.in.. szatnie, pom. techniczne, gospodarcze, pom. biurowe) [m²]			947,38			
8.	Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (usługi, sklepy, itp.) [m²]			-			
9.	Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku [m²]			5 589,44			
10.	Budynek podpiwniczony			tak			
11.	Liczba kondygnacji			5/6+kond. techn.			
12.	Średnia wysokość kondygnacji (w świetle) [m]			2,25; 3,00; 2,50			
13.	Liczba użytkowników			199			

4.b. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek zlokalizowany na terenie Bielska-Białej przy ul. Piastowskiej 40, wybudowany w latach 1975-80. W latach 2003-2004 budynek poddano termomodernizacji, polegającej m.in. na dociepleniu ścian zewnętrznych, wymianie okien i drzwi zewnętrznych, ociepleniu stropodachu oraz modernizacji istniejącej wymiennikowni i częściowej modernizacji instalacji c.o.. W budynku siedzibę ma Starostwo Powiatowe oraz Rada Powiatu w Bielsku-Białej.

Budynek konstrukcji szkieletowej o pięciu kondygnacjach w części głównej oraz sześciu kondygnacjach w skrzydle bocznym. Ściany zewnętrzne szczytowe murowane ocieplone styropianem grubości 12 cm, ściany zewnętrzne podłużne ocieplone styropianem grubości 10 cm. Stropy żelbetowe. Stropodach niewentylowany, kryty papą, ocieplony styropianem 10 cm. Stolarka okienna $U=1,6 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ i $U=1,7 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ z szybą niskoemisyjną w ramie z PCV $U_g=1,1 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ oraz stara drewniana o współczynniku $U=2,6 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$. Drzwi zewnętrzne aluminiowe o współczynniku $U=1,8 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ i $U=2,0 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ oraz stalowe $U=5,6 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.



Lokalizacja inwestycji.

źródło: www.zumi.pl

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

Lp.	Przegrody budowlane oddzielające część ogrzewaną od powietrza zewnętrznego i części nieogrzewanej	Powierzchnia przegrody do obliczania strat ciepła [m ²]	Powierzchnia przegrody do obliczania kosztów [m ²]	Współczynnik przenikania ciepła U [W/(m ² *K)]
1.	SZ-OSŁ Ściana zewnętrzna	1 719,99		0,198
2.	SZ-SZCZ Ściana zewnętrzna	724,40		0,258
3.	SZ-45 Ściana zewnętrzna	106,69		0,955
4.	SZ-50 Ściana zewnętrzna	68,96		0,875
5.	SZG Ściana zewnętrzna przy gruncie	124,92; 17,43; 49,35		0,483; 0,557; 0,666
6.	PG Podłoga na gruncie	1 098,53		0,328
7.	Stropodach STD	1171,42; 103,11		0,277; 0,406
8.	Strop zewnętrzny STRD	285,71		0,819
9.	Strop zewnętrzny STRG	109,72		0,872
10.	OZ-PCV Okna zewnętrzne	63,97; 480,36		1,600; 1,700
11.	OZ-D Okna zewnętrzne	21,12	21,12	2,600
12.	DZ Drzwi zewnętrzne	16,43; 9,83; 9,83		1,800; 2,000; 5,600
13.	LUKS Luksfery	3,52		4,545

4.c. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.o.)	q_{moc} [kW]	315,2
2.	Zamówiona moc cieplna (dla c.o. i c.w.u.)	q [kW]	350,00
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	Q_H [GJ]	1 771,2
4.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła	$E=Q_H/V$ [kWh/m ³ a]	34,42
5.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	Q_S [GJ]	1 563,5
6.	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała	miesięcznie	zł/MW
	opłata zmienna		zł/GJ
	opłata abonamentowa	miesięcznie	zł

4.d. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym	
1.	Typ instalacji	instalacja wodna pompowa	
2.	Parametry pracy instalacji	90/70 °C	
3.	Przewody w instalacji	rury stalowe	
4.	Rodzaje grzejników	żeliwne żeberkowe, stalowe płytowe, aluminiowe	
5.	Oslonięcie grzejników	częściowe	
6.	Zawory termostatyczne	tak	
7.	Sprawności składowe systemu grzewczego	$\eta_d = 0,97$	
		$\eta_e = 0,93$	
		$\eta_g = 0,95$	
		$\eta_s = 1,00$	
8.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu/liczba godzin na dobę	5/10	
9.	Modernizacja systemu grzewczego po 1984 r.	Węzeł cieplny zmodernizowany w ok. 2004 r., instalacja c.o. zmodernizowana częściowo.	

4.e. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej oraz ciepła technologicznego

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	Stacja wymienników ciepła zasilana z miejskiego systemu ciepłowniczego wyposażona w wymiennik ciepła typu JAD 6/50. Zasobnik c.w.u. o pojemności 400 dm ³ .
2.	Piony i ich izolacja	rury stalowe
3.	Cyrkulacja	tak
4.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	brak
5.	Zużycie ciepłej wody w m ³ /m-c określone wg pomiaru	-

4.f. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	wentylacja naturalna grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	11 651

4.g. Charakterystyka węzła cieplnego lub kotłowni w budynku

Stacja wymienników ciepła zasilana z miejskiego systemu ciepłowniczego, zlokalizowana w przyziemiu budynku, wyposażona w wymiennik płytowy typu WP 7L-44 (2007 r.).

4.h. Charakterystyka instalacji elektrycznej i oświetleniowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Źródło światła	światłówki, żarówki halogenowe i tradycyjne
2.	Oprawy oświetleniowe	nastropowe, wbudowane w sufit

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1. Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest dobry. Dach w dobrym stanie technicznym, pokrycie w stanie dobrym. Stolarka okienna PCV oraz aluminiowa drzwiowa w dobrym stanie technicznym, stolarka okienna drewniana w złym stanie technicznym: nieuszczelna. Przegrody budowlane nie spełniają wymagań dotyczących izolacyjności cieplnej.

5.2. System grzewczy

Stan techniczny źródła ciepła dobry.

Instalacja c.o. wykonana z rur stalowych, grzejniki żeliwne żeberkowe, stalowe płytowe, aluminiowe, zawory termostatyczne. Instalacja w stanie technicznym zadowalającym.

5.3. System zaopatrzenia w c.w.u.

Instalacja c.w.u. - przygotowanie centralne, instalacja z cyrkulacją. Stan techniczny źródła ciepła dobry.

Zbiorcze zestawienie oceny stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy zawiera poniższa tabela:

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	<p><u>Przegrody zewnętrzne</u></p> <p>Przegrody zewnętrzne mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła U [$W/(m^2K)$]:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ściany zewnętrzne U: 0,198; 0,258 - ściany zewnętrzne przyziemia U: 0,875; 0,955 - stropodach U: 0,277; 0,406 - ściana przy gruncie U: 0,483 - 0,666 	<p>Docieplenie przegród zewnętrznych do wartości oporu cieplnego $R \geq R_{min}$:</p> <ul style="list-style-type: none"> - nie przewiduje się zmian - dla ścian zewnętrznych $R_{min}=4,00$ [m^2K/W] - nie przewiduje się zmian - nie przewiduje się zmian
2	<p><u>Okna i drzwi</u> - okna PCV i drzwi stan techniczny dobry, okna drewniane w złym stanie technicznym, współczynnik przenikania ciepła U [$W/(m^2K)$]:</p> <ul style="list-style-type: none"> - okna U: 2,6 - okna U: 1,6; 1,7 - drzwi U: 1,8; 2,0; 5,6 	<p>Pożądana wymiana okien na bardziej szczelne o współczynniku przenikania ciepła U:</p> <ul style="list-style-type: none"> - dla okien $U_{max}=1,8$ [$W/(m^2K)$] - nie przewiduje się zmian - nie przewiduje się zmian
3	<p><u>Wentylacja grawitacyjna</u> - nie stwierdzono nieprawidłowości w funkcjonowaniu, jednakże pomieszczenia wentylowane w sposób niewystarczający.</p>	<p>Możliwe obniżenie zużycia ciepła - w przypadku wymiany okien i drzwi zewnętrznych - przez wprowadzenie wentylacji kontrolowanej z zastosowaniem nawiewników lub wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła.</p>
4	<p><u>System grzewczy</u> - stacja wymienników ciepła; instalacja c.o. dwururowa, grzejniki żeliwne żeberkowe, stalowe płytowe, aluminiowe, zawory termostatyczne.</p>	<p>Zastosowanie pompy ciepła.</p>
5	<p><u>System zaopatrzenia w c.w.u.</u> - stacja wymienników ciepła.</p>	<p>Zastosowanie pompy ciepła dla celów wspomaganie przygotowania c.w.u..</p>
6	<p><u>System instalacji oświetleniowej</u> - źródło światła stanowią świetlówki, żarówki halogenowe i tradycyjne, oprawy oświetleniowe nastropowe oraz wbudowane w sufit.</p>	<p>Zastosowanie modułów fotowoltaicznych.</p>

6. Wykaz rodzajów usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego

Lp.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez okna zewnętrzne	Wymiana części okien zewnętrznych na okna o obniżonym współczynniku przenikania ciepła i podwyższonej szczelności. Montaż nawiewników.
2.	Modernizacja systemu wentylacji	Montaż central wentylacyjnych z odzyskiem ciepła i pełną automatyką, montaż przewodów wentylacyjnych.
3.	Modernizacja systemu grzewczego	Zastosowanie pompy ciepła dla potrzeb ogrzewania i wentylacji budynku oraz przygotowania c.w.u. współpracującej ze stacją wymienników ciepła.
4.	Zmniejszenie kosztów przygotowania ciepłej wody użytkowej	Zastosowanie pompy ciepła dla celów wspomagania przygotowania c.w.u..
5.	Modernizacja systemu oświetlenia	Montaż modułów fotowoltaicznych.

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

Lp.	Grupa usprawnień	Rodzaje usprawnień
1	2	3
I	Usprawnienia dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane	Nie przewiduje się zmian.
	Usprawnienia dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez okna i drzwi zewnętrzne.	Wymiana okien OZ-D. Montaż nawiewników.
II	Modernizacja systemu wentylacji	Montaż central wentylacyjnych z odzyskiem ciepła i pełną automatyką, montaż przewodów wentylacyjnych.
	Zmniejszenie zużycia ciepła do przygotowania c.w.u.	Zastosowanie pompy ciepła dla celów wspomagania przygotowania c.w.u..
	Modernizacja systemu oświetlenia	Montaż modułów fotowoltaicznych.
	Usprawnienia dotyczące zmniejszenia zapotrzebowania ciepła układu c.o. oraz zwiększenia jego sprawności	Zastosowanie pompy ciepła dla potrzeb ogrzewania i wentylacji budynku oraz przygotowania c.w.u. współpracującej ze stacją wymienników ciepła.

7.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu optymalnego

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

- Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien zewnętrznych,
- Oceny i wyboru przedsięwzięcia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej,
- Oceny i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na energię przez system wentylacji,
- Oceny i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na energię na potrzeby oświetlenia wbudowanego,
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia poprawiającego sprawność systemu grzewczego,
- Zestawienia optymalnych usprawnień i przedsięwzięć z podaniem prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie.

W obliczeniach przyjęto następujące wartości:

Wyszczególnienie	W stanie istniejącym	W stanie po termomodernizacji		Jednostki
t_{wo}	20,0	20,0		$^{\circ}\text{C}$
t_{zo}	-20,0	-20,0		$^{\circ}\text{C}$
S_d dla przegród zewnętrznych ($t_{wo}=20^{\circ}\text{C}$)	3 616,7	3 616,7		dzień \cdot K/a
Opłaty za ciepło na cele grzewcze (wartości brutto)				
$O_{0m}, O_{1m},$	11 120,27	11 120,27	8 740,00	zł/(MW \cdot m-c)
$O_{0z}, O_{1z},$	42,30	42,30	148,15	zł/GJ
$A_{b0}, A_{b1},$				zł/m-c
Opłaty za ogrzewanie c.w.u. (wartości brutto)				
$O_{0m}, O_{1m},$	11 120,27	11 120,27	8 740,00	zł/(MW \cdot m-c)
$O_{0z}, O_{1z},$	42,30	42,30	148,15	zł/GJ
$A_{b0}, A_{b1},$				zł/m-c

Liczbę stopniodni S_d przyjęto dla stacji meteorologicznej Bielsko-Biała wg. danych klimatycznych Ministerstwa Infrastruktury.

Obiekt rozliczany jest za pobraną energię cieplną wg grupy taryfowej D.11 na podstawie umowy zawartej z Przedsiębiorstwem Komunalnym "THERMA" Spółka z o.o. 43-300 Bielsko-Biała ul. M. Grażyńskiego 108.

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie			
				Okna zewnętrzne OZ-D			
Dane: powierzchnia okien				$A_{ok,1}=21,12\text{ m}^2$	$V_{obl} = \Psi * C_m$		
				$A_{ok,2}=21,12\text{ m}^2$			
				$V_{nom1}=\Psi =408,18\text{ m}^3/h$			
				$V_{nom2}=\Psi =408,18\text{ m}^3/h$			
				$C_w=1,00$			
obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego					$t_{w0} = 20\text{ }^{\circ}C$		
obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego					$t_{z0} = -20\text{ }^{\circ}C$		
liczba stopniodni					$S_d = 3\,616,7$		
Opis wariantów usprawnienia							
Usprawnienie polega na wymianie okien istniejących na okna o niższym współczynniku U oraz podwyższonej szczelności.							
Rozpatruje się 3 warianty wymiany okien:							
wariant 1: okna o współczynniku U=				1,500	$W/(m^2*K)$	$a_1<0,3$	
wariant 2: okna o współczynniku U=				1,600	$W/(m^2*K)$		
wariant 3: okna o współczynniku U=				1,800	$W/(m^2*K)$		
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	
1	Współczynnik przenikania ciepła U	$W/m^2\text{K}$	2,600	1,500	1,600	1,800	
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	Cr	-	0,70	0,70	0,70	
		Cm	-	1,00	1,00	1,00	
3	$8,64*10^{-5}*S_d*A_{ok}*U$	GJ/a	17,16	9,90	10,56	11,88	
4	$2,94*10^{-5}*C_r*C_w*V_{nom}*S_d$	GJ/a	47,74	30,38	30,38	30,38	
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	64,90	40,28	40,94	42,26	
6	$10^{-6}*A_{ok}*(t_{w0}-t_{z0})*U$	MW	0,0022	0,0013	0,0014	0,0015	
7	$3,4*10^{-7}*V_{obl}*(t_{w0}-t_{z0})$	MW	0,0067	0,0056	0,0056	0,0056	
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,0089	0,0069	0,0070	0,0071	
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U}-Q_{1U})O_z+12(q_{0U}-q_{1U})O_m$	zł/rok		1 308,31	1 267,05	1 197,87	
10	Koszt wymiany okien N _{ok}	zł		20 064,00	19 641,60	18 796,80	
11	Koszt modernizacji wentylacji N _w	zł					
12	$SPBT = (N_{ok}+N_w)/\Delta O_{ru}$	lata		15,34	15,50	15,69	
Podstawa przyjętych wartości N_U							
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² na podstawie Katalogu cen jednostkowych robót i obiektów remontowych (I kwartał 2013 r.) oraz średnich cen rynkowych.							
Koszt wymiany stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni wymienianej stolarki.							
wariant 1 : koszt wymiany okien:				21,12 m ² *	950,00 zł/m ² =	20 064,00 zł	
wariant 2 : koszt wymiany okien:				21,12 m ² *	930,00 zł/m ² =	19 641,60 zł	
wariant 3 : koszt wymiany okien:				21,12 m ² *	890,00 zł/m ² =	18 796,80 zł	
Wybrany wariant : 1		Koszt :	20 064,00 zł	SPBT=	15,3	lat	

7.2.2. Ocena i wybór przedsięwzięcia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowejDane: $Q_{0cw} = 138,18$ GJ/a $q_{0cw} = 30,90$ kW

Przewiduje się następujące usprawnienia prowadzące do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie c.w.u.:

- zastosowanie pompy ciepła solanka/woda współpracującej ze stacją wymienników ciepła jako źródłem dodatkowym.

Lp.		Jednostka	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1.	Zapotrzebowanie na ciepło na przygotowanie c.w.u. netto	GJ/a	66,19	66,19
2.	Zapotrzebowanie na ciepło na przygotowanie c.w.u. brutto	GJ/a	138,18	67,72
3.	Zapotrzebowanie mocy	kW	30,90	30,90
4.	Oszczędność z tytułu zastosowania kolektorów	GJ/a		
5.	Koszt przygotowania c.w.u.	zł/a	11 584,63	8 541,15
6.	Roczna oszczędność kosztów	zł/a		3 043,48
7.	Koszt kwalifikowany przedsięwzięcia N_{cw}	zł		106 657,00
8.	SPBT	lata		35,04

Szczegółowe obliczenia zamieszczono w Załączniku 4

Podstawa przyjętych wartości N_{cw} :

Koszty ustalono na podstawie ofert producentów i firm wykonawczych.

Koszt kwalifikowany usprawnienia:

106 657,00 zł (z Vat)

7.2.3. Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na energię przez system wentylacji mechanicznej

Wentylacja w obiekcie na chwilę obecną realizowana jest głównie w systemie grawitacyjnym.

Przewiduje się następujące usprawnienia prowadzące do zmniejszenia zapotrzebowania na energię i dostosowujące system wentylacji do aktualnych wymagań technicznych:

- zakup i montaż central wentylacyjnych z odzyskiem ciepła, pełną automatyką i instalacją wentylacji.

Lp.		Jednostka	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1.	Zapotrzebowanie na ciepło netto	GJ/a	1 500,80	1 119,10
2.	Zapotrzebowanie na ciepło brutto	GJ/a	1 751,23	1 333,85
3.	Zapotrzebowanie mocy	kW	158,50	44,80
4.	Roczna oszczędność kosztów	zł/a		16 378,36
5.	Koszt kwalifikowany przedsięwzięcia N_w	zł		730 000,00
6.	SPBT	lata		44,6

Szczegółowe obliczenia zamieszczono w Załączniku 2.

Obliczenia uwzględniają strumień powietrza infiltrującego (wg. PN-EN 12831-2006). Zapotrzebowanie mocy tylko na wentylację mechaniczną wynosi 32 kW.

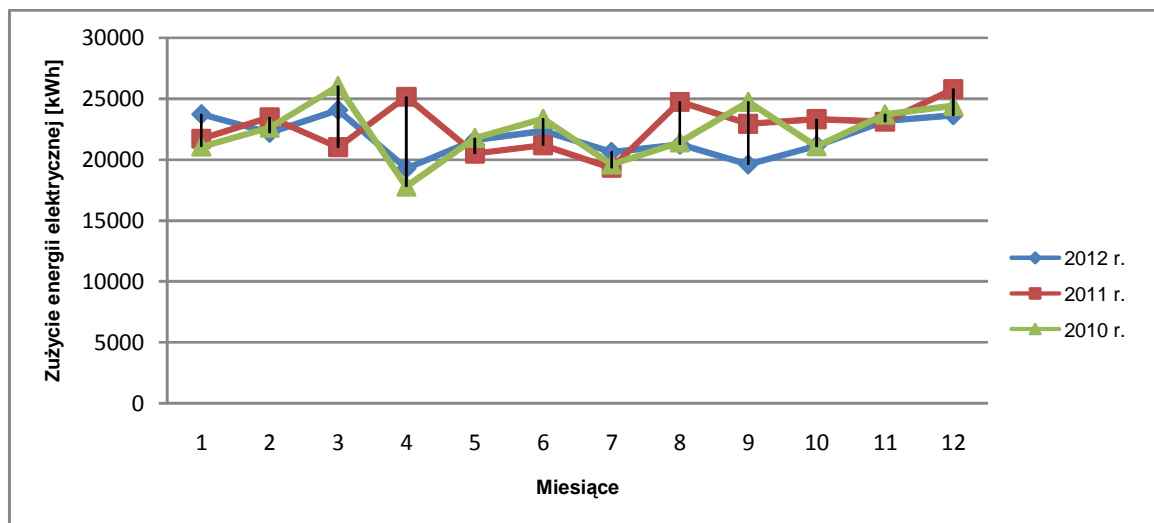
Podstawa przyjętych wartości N_w :

Koszty ustalono na podstawie ofert producentów i firm wykonawczych.

Koszt kwalifikowany usprawnienia: 730 000 zł (z Vat)

7.2.4. Ocena i wybór przedsięwzięcia prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na energię na potrzeby oświetlenia wbudowanego

Zgodnie z danymi otrzymanymi od inwestora całkowite średnie zużycie energii elektrycznej w latach 2010-2012 wynosiło 267 548 [kWh/rok], przy czym w poszczególnych miesiącach kształtowało się następująco:



Wykres 1. Zużycie energii elektrycznej

Biorąc pod uwagę charakter obiektu obliczono, iż minimalne dzienne zużycie energii odniesione do dni roboczych wynosiło 890 [kWh], a maksymalne 1 302 [kWh], co odpowiada poborowi energii elektrycznej odpowiednio na poziomie 89 i 130 [kW].

Przewiduje się następujące usprawnienia prowadzące do zmniejszenia zapotrzebowania na energię na potrzeby oświetlenia wbudowanego:

Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej z modułami na dachu budynku w kierunku SE, o następujących parametrach:

1. 107 modułów o mocy znamionowej 200 W
2. Powierzchnia brutto 157,3 m²
3. 1 inwerter Sunny Tripower STP 170000TL-10 i 1 inwerter Sunny Boy SB 3000
4. Szacunkowa roczna produkcja energii netto 19 572 kWh.

Z uwagi na konstrukcję dachu jako kryterium doboru zastosowano dostępność miejsca.

Analizę przeprowadzono dla cen brutto, przy założeniu produkcji energii elektrycznej dla potrzeb własnych. Zgodnie z danymi otrzymanymi od inwestora rozliczenie za energię elektryczną dokonywane jest wg taryfy C21.

Lp.		Jednostka	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1.	Zapotrzebowanie na energię końcową	kWh/a	225 366,05	205 794,05
2.	Zapotrzebowanie mocy	kW	112	112
3.	Oszczędność z tytułu zastosowania instalacji fotowoltaicznej	kWh/a		19 572,00
4.	Koszt energii	zł/a	131 941,40	121 503,65
5.	Roczna oszczędność kosztów	zł/a		10 437,75
6.	Koszt kwalifikowany przedsięwzięcia N ₀	zł		389 000,00
7.	SPBT	lata		37,3

Szczegółowe obliczenia zamieszczono w Załączniku 6.

Podstawa przyjętych wartości N₀:

Koszty ustalono na podstawie ofert producentów i firm wykonawczych.

Koszt kwalifikowany usprawnienia: 389 000 zł (z Vat)

7.2.5. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lata]
1.	2.	3.	4.
1.	Wymiana okien zewnętrznych OZ-D	20 064,00	15,3
2.	Modernizacja systemu przygotowania c.w.u.	106 657,00	35,0
3.	Modernizacja systemu oświetlenia	389 000,00	37,3
4.	Modernizacja systemu wentylacji	730 000,00	44,6

7.3. Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność ciepłą systemu grzewczego

Dane: $Q_{0co} = 1\,771,24 \text{ GJ/a}$
 $q_{0co} = 315,23 \text{ kW}$

$Q_{1co} = 1\,431,57 \text{ GJ/a}$
 $q_{1co} = 198,29 \text{ kW}$

$\eta_0 = 0,857$

Do analizy przyjęto następujące warianty usprawnień:

- Wariant 1 - pompa ciepła solanka/woda o mocy 230 kW zapewniająca ciepło dla potrzeb ogrzewania i wentylacji budynku oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej współpracującą ze stacją wymienników ciepła jako źródłem dodatkowym,
- Wariant 2 - pompa ciepła solanka/woda o mocy 130 kW zapewniająca ciepło dla potrzeb ogrzewania i wentylacji budynku oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej współpracującą ze stacją wymienników ciepła jako źródłem dodatkowym.

Doboru dokonano dla potrzeb audytu energetycznego i traktować należy go jako dobór wstępny. Na etapie wykonywania projektów wymagana jest ponowna symulacja pracy układu dla konkretnych rozwiązań technicznych.

Obliczenia przeprowadzono dla stanu istniejącego oraz wariantu termomodernizacji obejmującego częściową wymianę okien zewnętrznych i modernizację systemu wentylacji.

Poniższa tabela zawiera ocenę proponowanych usprawnień w odniesieniu do stanu istniejącego, wraz z zestawieniem zmian współczynników sprawności:

Lp.		Jedn.	Stan istniejący	Nr wariantu			
				Wariant 1		Wariant 2	
1.	Wybrany wariant wytwarzania	-	węzeł cieplny	pompa ciepła	węzeł cieplny	pompa ciepła	węzeł cieplny
2.	Udział nośnika	%	100	79,68	20,32	44,00	56,00
3.	Projektowe obciążenie cieplne	kW	315,23	315,23		315,23	
4.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	GJ/rok	1 771,24	1 411,26	359,98	779,36	991,88
5.	Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_g \eta_d \eta_e \eta_s$	-	0,857	3,126	0,857	3,126	0,857
6.	Sprawność wytwarzania ciepła η_g	-	0,95	3,50	0,95	3,50	0,95
7.	Sprawność przesyłu ciepła η_d	-	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
8.	Sprawność regulacji i wykorzystania ciepła η_e	-	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93
9.	Sprawność akumulacji ciepła η_s	-	1,00	0,99	1,00	0,99	1,00
10.	Uwzględnienie przerw tygodniowych w_t	-	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
11.	Uwzględnienie przerw dobowych w_d	-	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89
12.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	GJ/rok	1 563,53	341,53	317,77	188,61	875,56
		kWh/rok	434 314,2	94 869,5	88 269,5	52 391,7	243 211,3
13.	Oszczędność energii z ziemnego kolektora pionowego	kWh/rok		297 147,48		164 097,36	
14.	Roczny koszt ciepła	zł/rok	108 202,63	77 136,56		91 343,70	
15.	Roczny koszt ciepła (z uwzględnieniem kosztów energii pomocniczej)	zł/rok	111 556,07	87 047,83		101 254,97	
16.	Oszczędność kosztów ΔQ_{rco}	zł/rok		24 508,24		10 301,10	
17.	Koszt kwalifikowany przedsięwzięcia N_{co}	zł		1 191 900,00		713 778,00	
18.	SPBT $N_{co}/\Delta Q_{rco}$	lata		48,6		69,3	

Poniższa tabela zawiera ocenę proponowanych usprawnień w odniesieniu do wariantu modernizacji polegającego na częściowej wymianie okien zewnętrznych oraz modernizacji systemu wentylacji, wraz z zestawieniem zmian współczynników sprawności:

Lp.		Jedn.	Stan istniejący	Nr wariantu			
				Wariant 1		Wariant 2	
1.	Wybrany wariant wytwarzania	-	węzeł cieplny	pompa ciepła	węzeł cieplny	pompa ciepła	węzeł cieplny
2.	Udział nośnika	%	100	98,58	1,42	54,44	45,56
3.	Projektowe obciążenie cieplne	kW	315,23	198,29		198,29	
4.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	GJ/rok	1 771,24	1 411,26	20,31	779,36	652,21
5.	Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_g \eta_d \eta_e \eta_s$	-	0,857	3,061	0,857	3,061	0,857
6.	Sprawność wytwarzania ciepła η_g	-	0,95	3,50	0,95	3,50	0,95
7.	Sprawność przesyłu ciepła η_d	-	0,97	0,95	0,97	0,95	0,97
8.	Sprawność regulacji i wykorzystania ciepła η_e	-	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93
9.	Sprawność akumulacji ciepła η_s	-	1,00	0,99	1,00	0,99	1,00
10.	Uwzględnienie przerw tygodniowych w_t	-	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
11.	Uwzględnienie przerw dobowych w_d	-	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89
12.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	GJ/rok	1 563,53	348,78	17,93	192,61	575,73
		kWh/rok	434 314,2	96 883,4	4 980,6	53 502,8	159 925,1
13.	Oszczędność energii z ziemnego kolektora pionowego	kWh/rok		295 133,58		162 986,26	
14.	Roczny koszt ciepła	zł/rok	108 202,63	57 353,55		67 752,59	
15.	Roczny koszt ciepła (z uwzględnieniem kosztów energii pomocniczej)	zł/rok	111 556,07	79 424,06		89 823,10	
16.	Oszczędność kosztów ΔQ_{rco}	zł/rok		32 132,01		21 732,97	
17.	Koszt kwalifikowany przedsięwzięcia N_{co}	zł		1 191 900,00		713 778,00	
18.	SPBT $N_{co}/\Delta Q_{rco}$	lata		37,1		32,8	

Wariantem optymalnym jest wariant 2.

Koszty ustalono na podstawie ofert producentów i firm wykonawczych.

Koszt kwalifikowany usprawnienia:

713 778,00 zł (z Vat)

7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Rozdział obejmuje:

- a) Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych,
- b) Ocenę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań ustawowych,
- c) Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

W tabeli poniżej zastosowano następujące skrótowe określenia usprawnień zestawionych w pkt. 7.2.:

- OZ-D - wymiana okien zewnętrznych
- C.W.U. - modernizacja systemu przygotowania c.w.u.
- WENTYLACJA - modernizacja systemu wentylacji
- OŚWIETLENIE - modernizacja systemu oświetlenia
- C.O. - modernizacja systemu ogrzewania

Do analizy przyjęto następujące warianty usprawnień:

Zakres usprawnień	Nr wariantu					
	1	2	3	4	5	
1. OZ-D	X	X	X	X		
2. C.W.U.	X	X	X			
3. OŚWIETLENIE	X	X				
4. WENTYLACJA	X					
5. C.O.	X	X	X	X	X	

Zestawienie kosztów poszczególnych wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztu opracowania audytu energetycznego i dokumentacji technicznej:

Nr	Zakres usprawnień wchodzących w skład wariantu termomodernizacyjnego	Koszt wariantu [zł]	Koszt audytu energetycznego i dokumentacji technicznej [zł]	Koszt całkowity [zł]
1	1+2+3+4+5	1 959 499,00	131 610,00	2 091 109,00
2	1+2+3+5	1 229 499,00	82 410,00	1 311 909,00
3	1+2+5	840 499,00	70 110,00	910 609,00
4	1+5	733 842,00	45 510,00	779 352,00
5	5	713 778,00	43 050,00	756 828,00

7.4.2. Obliczenie oszczędności dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Zestawienie wyników i obliczenie oszczędności bez uwzględnienia energii na potrzeby oświetlenia wbudowanego i energii pomocniczej:

Lp.		Jednostka	Stan istniejący	Nr wariantu									
				1		2		3		4		5	
1.	Zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku Q_{co} (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	GJ/rok	1 771,24	1 431,57		1 765,70		1 765,70		1 765,70		1 771,24	
		kWh/rok	492 011,5	397 658,7		490 472,6		490 472,6		490 472,6		492 011,5	
2.	Projektowe obciążenie cieplne q_{co}	kW	315,23	198,29		314,32		314,32		314,32		315,23	
3.	Wybrany wariant wytwarzania	-		pompa ciepła	węzeł cieplny	pompa ciepła	węzeł cieplny	pompa ciepła	węzeł cieplny	pompa ciepła	węzeł cieplny	pompa ciepła	węzeł cieplny
4.	Udział nośnika/stopień pokrycia	%	100,00	54,44	45,56	44,14	55,86	44,14	55,86	46,76	53,24	46,62	53,38
		GJ/rok	1 771,24	779,36	652,21	779,36	986,34	779,36	986,34	825,69	940,01	825,69	945,55
5.	Sprawność całkowita systemu grzewczego η	-	0,857	3,061	0,857	3,126	0,857	3,126	0,857	3,126	0,857	3,126	0,857
6.	Współczynnik przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia w_t	-	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
7.	Współczynnik przerw na ogrzewanie w okresie doby w_d	-	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89
8.	Zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku Q_{co} (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	GJ/rok	1 563,53	192,61	575,73	188,61	870,68	188,61	870,68	199,82	829,78	199,82	834,67
9.	Roczny koszt ciepła na ogrzewanie	zł/rok	108 202,63	67 752,59		96 057,53		96 057,53		97 611,81		97 942,20	
10.	Obliczeniowe zużycie energii do przygotowania c.w.u. Q_{cw}	GJ/rok	138,18	41,45	26,27	41,45	26,27	41,45	26,27		138,18		138,18
		kWh/rok	38 383,1	11 513,9	7 297,2	11 513,9	7 297,2	11 513,9	7 297,2		38 383,1		38 383,1
11.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie c.w.u. q_{cw}	kW	30,90	30,90		30,90		30,90		30,90		30,90	
12.	Roczny koszt ciepła na c.w.u.	zł/rok	9 968,41	5 374,89		5 374,89		5 374,89		9 968,41		9 968,41	
13.	Łączne zużycie ciepła na ogrzewanie i c.w.u.	GJ/rok	1 701,71	836,06		1 127,01		1 127,01		1 167,78		1 172,67	
14.	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię ΔQ	%		50,87		33,77		33,77		31,38		31,09	
15.	Łączne zapotrzebowanie mocy	kW	346,13	229,19		345,22		345,22		345,22		346,13	
16.	Łączny koszt ciepła na ogrzewanie i przygotowanie c.w.u.	zł/rok	118 171,04	73 127,48		101 432,42		101 432,42		107 580,22		107 910,61	
17.	Roczna oszczędność kosztów energii	zł/rok		45 043,56		16 738,62		16 738,62		10 590,82		10 260,43	
18.	Koszt modernizacji (bez kosztów modernizacji oświetlenia)	zł		1 689 809,00		910 609,00		910 609,00		779 352,00		756 828,00	
19.	Koszt modernizacji (łącznie z kosztem modernizacji oświetlenia)	zł		2 091 109,00		1 311 909,00		910 609,00		779 352,00		756 828,00	
20.	SPBT (bez kosztów modernizacji oświetlenia)	lata		37,51		54,40		54,40		73,59		73,76	
21.	SPBT (łącznie z kosztem modernizacji oświetlenia)	lata		46,42		78,38		54,40		73,59		73,76	

Zestawienie wyników i obliczenie oszczędności z uwzględnieniem energii na potrzeby oświetlenia wbudowanego i energii pomocniczej:

Lp.		Jednostka	Stan istniejący	Nr wariantu									
				1		2		3		4		5	
1.	Roczne zapotrzebowanie energii końcowej przez system ogrzewania i wentylacji $Q_{K,H}$	kWh/rok	434 314,2	213 427,9		294 247,5		294 247,5		286 000,2		287 358,6	
2.	Roczne zapotrzebowanie energii końcowej przez system przygotowania ciepłej wody $Q_{K,W}$	kWh/rok	38 383,1	18 811,1		18 811,1		18 811,1		38 383,1		38 383,1	
3.	Łączny koszt ciepła na ogrzewanie i wentylację oraz przygotowanie ciepłej wody użytkowej	zł/rok	118 171,0	73 127,5		101 432,4		101 432,4		107 580,2		107 910,6	
4.	Roczne zapotrzebowanie energii końcowej do napędu urządzeń pomocniczych systemu ogrzewania $E_{el,pom,H}$	kWh/rok	6 288,1	18 584,8		18 584,8		18 584,8		18 584,8		18 584,8	
5.	Roczne zapotrzebowanie energii końcowej do napędu urządzeń pomocniczych systemu ciepłej wody użytkowej $E_{el,pom,W}$	kWh/rok	3 030,6	5 937,1		5 937,1		5 937,1		3 030,6		3 030,6	
6.	Łączne roczne zapotrzebowanie energii końcowej do napędu urządzeń pomocniczych $E_{el,pom}$	kWh/rok	9 318,7	24 521,9		24 521,9		24 521,9		21 615,4		21 615,4	
7.	Sumaryczny koszt energii elektrycznej do napędu urządzeń pomocniczych	zł/rok	4 969,7	13 077,5		13 077,5		13 077,5		11 527,5		11 527,5	
8.	Roczne zapotrzebowanie energii końcowej przez system oświetlenia wbudowanego $Q_{K,L}$	kWh/rok	225 366,1	205 794,1		205 794,1		225 366,1		225 366,1		225 366,10	
9.	Koszt energii elektrycznej dla systemu oświetlenia wbudowanego	zł/rok	131 941,40	121 503,65		121 503,65		131 941,40		131 941,40		131 941,40	
10.	Sumaryczny koszt energii	zł/rok	255 082,10	207 708,66		236 013,60		246 451,35		251 049,11		251 379,50	
11.	Roczna oszczędność kosztów energii	zł/rok		47 373,44		19 068,50		8 630,75		4 032,99		3 702,60	
12.	Koszt modernizacji (łącznie z kosztem modernizacji oświetlenia)	zł		2 091 109,00		1 311 909,00		910 609,00		779 352,00		756 828,00	
13.	SPBT	lata		44,1		68,8		105,5		193,2		204,4	

7.4.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite N	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię	Optymalna kwota kredytu		Premia termomodernizacyjna		
							20% kredytu	16 % kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii
					[zł, %] [*]		[zł]	[zł]	[zł]
1.	2.	3.	4.	5.	6.		7.	8.	9.
1	Wymiana okien OZ-D	2 091 109,00	45 043,56	50,87	418 221,80	20,00%	334 577,44	334 577,44	90 087,12
	Modernizacja systemu przygotowania c.w.u.				1 672 887,20	80,00%			
	Modernizacja systemu oświetlenia								
	Modernizacja systemu wentylacji								
	Modernizacja systemu grzewczego								
2	Wymiana okien OZ-D	1 311 909,00	16 738,62	33,77	262 381,80	20,00%	209 905,44	209 905,44	33 477,24
	Modernizacja systemu przygotowania c.w.u.				1 049 527,20	80,00%			
	Modernizacja systemu oświetlenia								
	Modernizacja systemu grzewczego								
3	Wymiana okien OZ-D	910 609,00	16 738,62	33,77	182 121,80	20,00%	145 697,44	145 697,44	33 477,24
	Modernizacja systemu przygotowania c.w.u.				728 487,20	80,00%			
	Modernizacja systemu grzewczego								
	Modernizacja systemu grzewczego								
4	Wymiana okien OZ-D	779 352,00	10 590,82	31,38	155 870,40	20,00%	124 696,32	124 696,32	21 181,64
	Modernizacja systemu przygotowania c.w.u.				623 481,60	80,00%			
	Modernizacja systemu oświetlenia								
	Modernizacja systemu grzewczego								
5	Wymiana okien OZ-D	756 828,00	10 260,43	31,09	151 365,60	20,00%	121 092,48	121 092,48	20 520,86
	Modernizacja systemu przygotowania c.w.u.				605 462,40	80,00%			
	Modernizacja systemu oświetlenia								
	Modernizacja systemu grzewczego								

* Planowana kwota środków własnych / Kwota kredytu

7.4.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

W ramach *Ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów* możliwa jest realizacja każdego z przedstawionych wariantów gdyż zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię jest nie mniejsze niż 25%.

Na podstawie dokonanej oceny, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym obiekcie ocenia się **wariant nr 1** obejmujący usprawnienia:

- wymianę okien zewnętrznych OZ-D
- modernizacja systemu przygotowania c.w.u.
- modernizacja systemu wentylacji
- modernizacja systemu oświetlenia
- modernizacja systemu ogrzewania

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie:	50,87 %, czyli powyżej 25%	
2. planowany kredyt, w wysokości:	1 672 887,20 zł, stanowiący	80,00% kosztów,
jest zgodny z warunkami ustawowymi.		
3. środki własne inwestora wyniosą:	418 221,80 zł.	
4. premia termomodernizacyjna wynosi:	90 087,12 zł.	
5. wysokość premii termomodernizacyjnej nie przekracza:		
16% kosztów poniesionych na realizację przedsięwzięcia termomodernizacyjnego		334 577,44 zł
dwukrotności przewidywanych rocznych oszczędności kosztów energii		90 087,12 zł

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

8.1. Opis robót

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

Lp.	Rodzaj prac	Jednostka miary	Ilość	Cena jednostkowa [zł]	Koszt całkowity przedsięwzięcia [zł]
1.	Wymiana okien zewnętrznych OZ-D na okna o współczynniku przenikania ciepła okna nie większym niż $U=1,5$ [W/(m ² K)].	m ²	21,12	950,00	20 064,00
2.	Modernizacja układu przygotowania c.w.u.: zastosowanie pompy ciepła dla celów przygotowania c.w.u.	kpl.	1,00	106 657,00	106 657,00
3.	Modernizacja systemu wentylacji: zakup i montaż central wentylacyjnych z odzyskiem ciepła, pełną automatyką i instalacją wentylacji.	kpl.	1,00	730 000,00	730 000,00
4.	Modernizacja systemu oświetlenia: montaż instalacji fotowoltaicznej.	kpl.	1,00	389 000,00	389 000,00
5.	Modernizacja źródła ciepła: zakup i montaż pompy ciepła wraz z wykonaniem dolnego źródła ciepła (gruntowe kolektory pionowe)	kpl.	1,00	713 778,00	713 778,00
6.	Audyt energetyczny i dokumentacja techniczna	kpl.	1,00	131 610,00	131 610,00

8.2. Charakterystyka finansowa

Inwestycja obejmująca termomodernizację budynku Starostwa Powiatowego w Bielsku-Białej w zakresie:

- częściowej wymiany okien zewnętrznych
- modernizacji systemu przygotowania c.w.u.
- modernizacji systemu wentylacji
- modernizacji systemu oświetlenia
- modernizacji systemu grzewczego

charakteryzuje się następującymi parametrami:

Kalkulowany koszt robót wyniesie:	2 091 109,00 zł
Udział środków własnych inwestora:	418 221,80 zł
Obliczony kredyt bankowy:	1 672 887,20 zł
Obliczona premia termomodernizacyjna:	90 087,12 zł

Roczne oszczędności kosztów energii (bez uwzględnienia oszczędności z zastosowania modułów fotowoltaicznych)	45 043,56 zł
--	--------------

Czas zwrotu nakładów SPBT (bez uwzględnienia kosztów zastosowania modułów fotowoltaicznych)	37,5 lat
---	----------

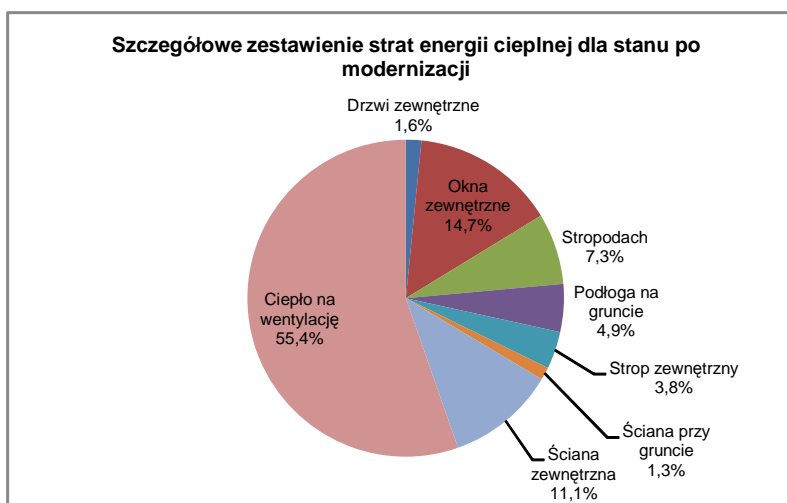
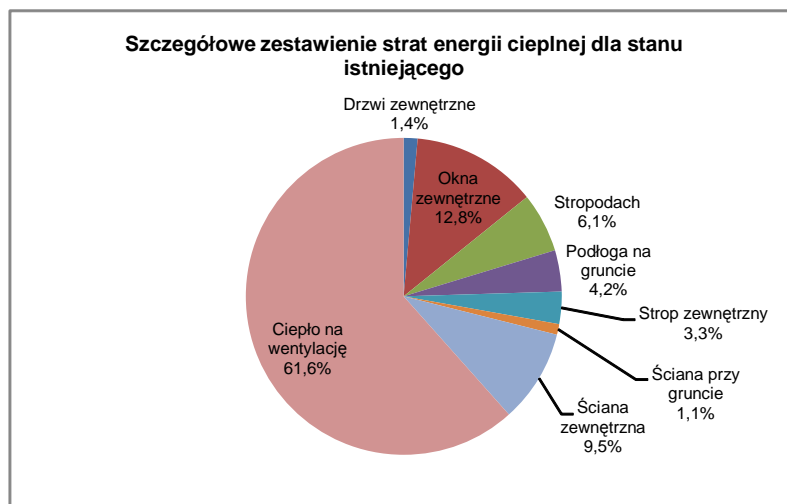
Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię	50,87 %
--	---------

Roczne oszczędności kosztów energii (z uwzględnieniem oszczędności z zastosowania modułów fotowoltaicznych i kosztów energii pomocniczej)	47 373,44 zł
---	--------------

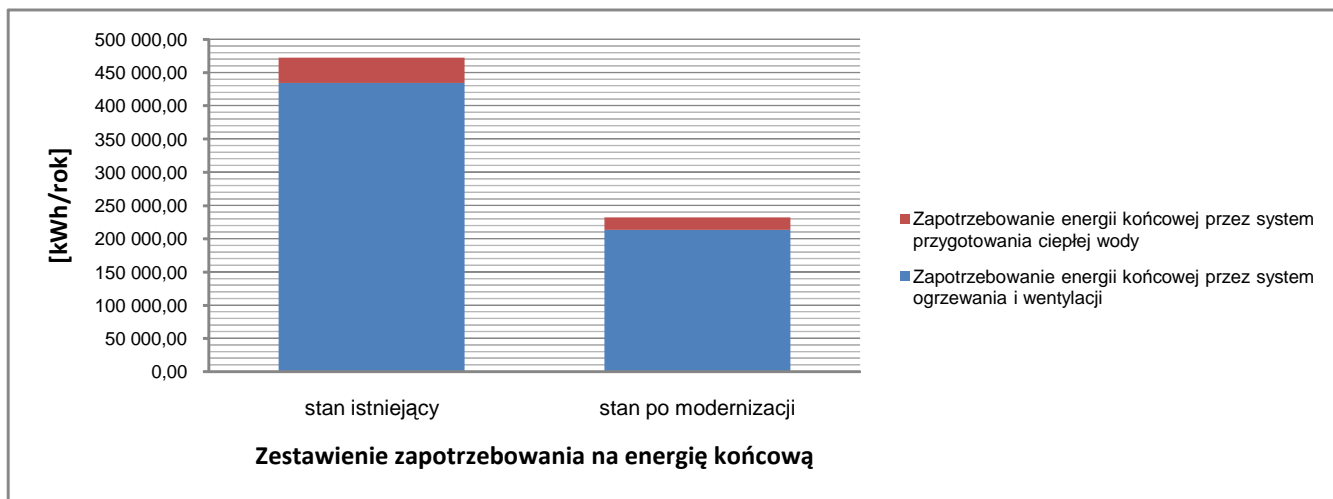
Czas zwrotu nakładów SPBT (z uwzględnieniem kosztów zastosowania modułów fotowoltaicznych)	44,1 lat
--	----------

Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię	34,61 %
--	---------

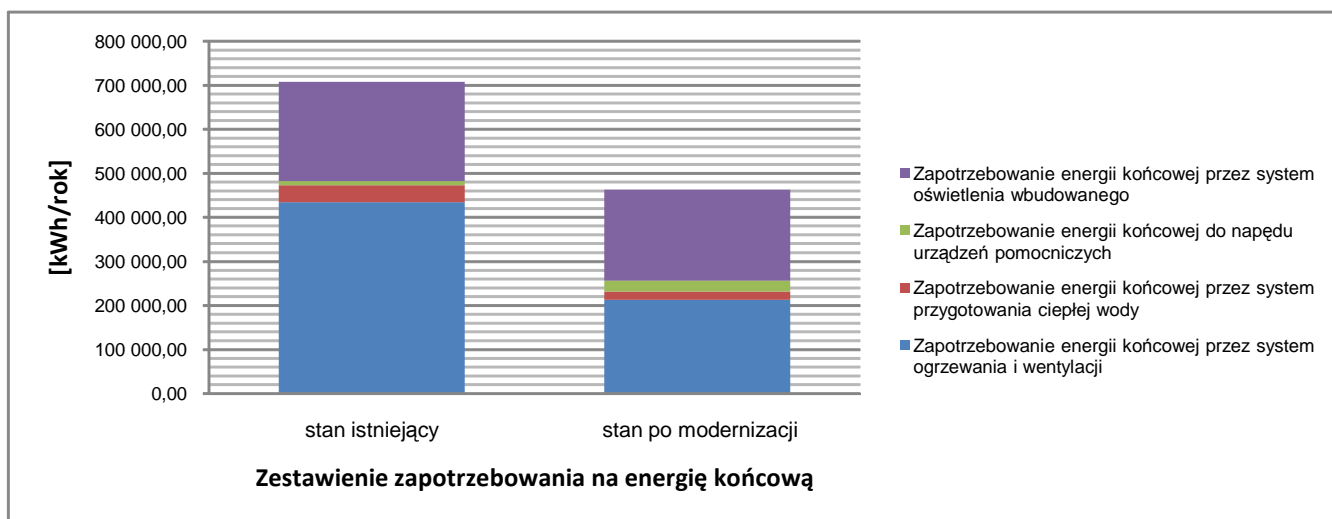
ZESTAWIENIE STRAT ENERGII CIEPLNEJ



ZESTAWIENIE ZAPOTRZEBOWANIA NA ENERGIĘ BEZ UWZGLĘDNIENIA ENERGII NA POTRZEBY OŚWIETLENIA I ENERGII POMOCNICZEJ



ZESTAWIENIE ZAPOTRZEBOWANIA NA ENERGIĘ Z UWZGLĘDNIENIEM ENERGII NA POTRZEBY OŚWIETLENIA I ENERGII POMOCNICZEJ



8.3. Dalsze działania

Dalsze działania inwestora obejmują:

















1. Opracowanie dokumentów i wniosków aplikacyjnych
2. Zawarcie umowy z wykonawcą robót
3. Realizacja robót i odbiór techniczny
4. Ocena rezultatów przedsięwzięcia (po pierwszym roku)

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU
























- | | |
|--------------------|--|
| Załącznik 1 | Obliczenie współczynników przenikania ciepła przegród budowlanych |
| Załącznik 2 | Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego |
| Załącznik 3 | Określenie sprawności systemu grzewczego |
| Załącznik 4 | Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania c.w.u. |
| Załącznik 5 | Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i mocy na ogrzewanie |
| Załącznik 6 | Obliczenie zapotrzebowania na energię na potrzeby oświetlenia wbudowanego oraz dobór instalacji fotowoltaicznej |
| Załącznik 7 | Wydruk komputerowy z programu Audytor OZC 3D dla stanu istniejącego oraz poszczególnych wariantów usprawnień termomodernizacyjnych |
| Załącznik 8 | Plan sytuacyjny, rzuty budynku, dokumentacja fotograficzna |
| Załącznik 9 | Wyniki symulacji w programie Polysun. |

Obliczenie współczynników przenikania ciepła przegród budowlanych

















Wyniki - Przegrody

Symbol	d	Opis materiału	λ	R
	m		W/(m·K)	m ² ·K/W
 1_SZG-45	Ściana zewnętrzna przy gruncie 45,5 cm			
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średn				
Podłoga przyległa do ściany: P-PIW				
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 1,75 m				
 PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	0,028
 CEGLA-SZCZ	0,4500	Mur z cegły szczelinowej z obustronnym t	0,520	0,865
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R _g , [m ² ·K/W]:				0,903
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:				1,796
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:				0,557
 1_SZG-50	Ściana zewnętrzna przy gruncie 45,5 cm			
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średn				
Podłoga przyległa do ściany: P-PIW				
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 2,55 m				
 PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	0,028
 CEGLA-SZCZ	0,4500	Mur z cegły szczelinowej z obustronnym t	0,520	0,865
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R _g , [m ² ·K/W]:				1,177
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:				2,070
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:				0,483
 LUKSF	Ściana zewnętrzna 5,0 cm			
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne				
 LUKSFERY	0,0500	Mur z luksferów (bez szczeliny powietrznej)		0,050
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]:				0,220
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:				4,545
 PG	Podłoga na gruncie 66,3 cm			
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne				
Ściana przy podłodze: SZ-45				
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z _{gw} : 2,45 m				
Pozioma izol. krawędziowa: o grubości d _{nh} = m i długości D _h = m				
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości d _{nv} = m i długości D _v = m				
 TERAKOTA	0,0300	Terakota.	1,050	0,029
 BETON-1900	0,1500	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęsty	1,000	0,150
 BET-CHUDY	0,1000	Podkład z betonu chudego.	1,050	0,095
 PAPA-ASF	0,0130	Papa asfaltowa.	0,180	0,072
 GRUZOBETON	0,1500	Gruzobeton.	1,000	0,150
 PIASEK-ŚR	0,2200	Piasek średni.	0,400	0,550
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]:				3,046
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:				0,328
 P-PIW	Podłoga w piwnicy 66,3 cm			
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne				













Wyniki - Przegrody

Symbol	d	Opis materiału	λ	R
	m		W/(m·K)	m ² ·K/W
Ściana przy podłodze: SZG-50				
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z _{gw} : 1,50 m				
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 0,95 m				
 TERAKOTA	0,0300	Terakota.	1,050	0,029
 BETON-1900	0,1500	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	0,150
 BET-CHUDY	0,1000	Podkład z betonu chudego.	1,050	0,095
 PAPA-ASF	0,0130	Papa asfaltowa.	0,180	0,072
 GRUZOBETON	0,1500	Gruzobeton.	1,000	0,150
 PIASEK-ŚR	0,2200	Piasek średni.	0,400	0,550
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]:			3,046	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:			0,328	
 STD	Dach 42,6 cm			
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne				
 PAPA-ASF	0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	0,033
 STYROPIAN	0,1000	Styropian - inne przypadki.	0,045	2,222
 PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	0,028
 TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,024
 STYROPIAN	0,0400	Styropian - inne przypadki.	0,045	0,889
 STR-DZ3-24	0,2400	Strop gęstożebrowy z wypełnieniem pustak		0,260
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,018
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]:			3,615	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:			0,277	
 STD-5K	Dach 21,6 cm			
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne				
 PAPA-ASF	0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	0,033
 STYROPIAN	0,1000	Styropian - inne przypadki.	0,045	2,222
 ŻELBET	0,1100	Żelbet.	1,700	0,065
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]:			2,460	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:			0,406	
 STR-G	Dach 40,5 cm			
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne				
 GRANIT	0,0500	Granit.	3,500	0,014
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,018
 PE-WIÓ-CE4	0,1000	Płyty wiórkowo-cementowe - gęstość 450 k	0,140	0,714
 STR-DZ3-24	0,2400	Strop gęstożebrowy z wypełnieniem pustak		0,260
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]:			1,147	

Wyniki - Przegrody

Symbol	d	Opis materiału	λ	R
	m		W/(m·K)	m ² ·K/W
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:			0,872	
 STR-KON	Strop ciepło do góry 26,0 cm			
Rodzaj przegrody: Strop ciepło do góry, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne				
 LASTRIKO	0,0200	Lastriko.	0,720	0,028
 STR-DZ3-24	0,2400	Strop gęstożebrowy z wypełnieniem pustak		0,260
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]:			0,488	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:			2,050	
 STR-ZEW	Strop zewnętrzny 37,0 cm			
Rodzaj przegrody: Strop zewnętrzny, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne				
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,018
 STR-DZ3-24	0,2400	Strop gęstożebrowy z wypełnieniem pustak		0,260
 PL-WIÓ-CE4	0,1000	Płyty wiórkowo-cementowe - gęstość 450 k	0,140	0,714
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,018
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:			0,170	
Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m ² ·K/W]:			0,040	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:			1,221	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:			0,819	
 SZ-45	Ściana zewnętrzna 47,5 cm			
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne				
 PIASKOWIEC	0,0250	Piaskowiec.	2,200	0,011
 CEGŁA-SZCZ	0,4500	Mur z cegły szczelinowej z obustronnym t	0,520	0,865
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]:			1,047	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:			0,955	
 SZ-50	Ściana zewnętrzna 52,5 cm			
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne				
 PIASKOWIEC	0,0250	Piaskowiec.	2,200	0,011
 CEGŁA-SZCZ	0,5000	Mur z cegły szczelinowej z obustronnym t	0,520	0,962
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]:			1,143	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:			0,875	
 SZG-45	Ściana zewnętrzna przy gruncie 45,5 cm			
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średn				
Podłoga przyległa do ściany: P-PIW				
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 2,55 m				
 PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	0,028
 CEGŁA-SZCZ	0,4500	Mur z cegły szczelinowej z obustronnym t	0,520	0,865

Wyniki - Przegrody

Symbol	d	Opis materiału	λ	R
	m		W/(m·K)	m ² ·K/W
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R _g , [m ² ·K/W]:			1,177	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:			2,070	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:			0,483	
 SZG-50	Ściana zewnętrzna przy gruncie 45,5 cm			
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średn				
Podłoga przyległa do ściany: P-PIW				
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 0,95 m				
 PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	0,028
 CEGŁA-SZCZ	0,4500	Mur z cegły szczelinowej z obustronnym t	0,520	0,865
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R _g , [m ² ·K/W]:			0,608	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:			1,501	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:			0,666	
 SZ-OSŁ	Ściana zewnętrzna 22,5 cm			
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne				
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,018
 STYROPIANS	0,1000	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	2,500
 WEŁNA-ŚC	0,1000	Wełna mineralna luzem w ścianach.	0,043	2,326
 GIPS-KART	0,0100	Płyty gipsowo-kartonowe.	0,230	0,043
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]:			5,057	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:			0,198	
 SZ-SZCZ	Ściana zewnętrzna 49,5 cm			
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne				
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,018
 STYROPIANS	0,1200	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	3,000
 CEGŁA-SZCZ	0,3600	Mur z cegły szczelinowej z obustronnym t	0,520	0,692
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]:			3,881	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:			0,258	

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego				
Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na energię przez system wentylacji - stan przed i po modernizacji				
Lp.		Jednostka	przed	po
1	Kubatura wewnętrzna wentylowana V	m ³	14 295,40	14 295,40
2	Strumień objętości powietrza infiltrującego V _{inf}	m ³ /h	937,0	937,0
3	Minimalny strumień objętości powietrza V _{min}	m ³ /h	11 650,75	21 442,00
4	Strumień świeżego powietrza wentylacyjnego - nawiew V _n	m ³ /h	0	21 442,00
5	Strumień świeżego powietrza wentylacyjnego - wywiew V _w	m ³ /h	0	21 442,00
6	Temperatura powietrza nawiewanego t _{w0 w}	°C	20	20
7	Temperatura powietrza zewnętrznego t _{z0}	°C	-20	-20
8	Projektowa sprawność systemu odzysku ciepła	%		89,0
9	Sezonowa sprawność systemu odzysku ciepła	%		62,3
10	Strumień objętości powietrza wentylacyjnego V _v wg normy PN-EN 12831-2006	m ³ /h	11 650,75	3 295,62
11	Współczynnik projektowej wentylacyjnej straty ciepła H _v	W/K	3 961,26	1 120,51
12	Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ _v (Zapotrzebowanie na moc q _w)	kW	158,5	44,80
13	Udział czasu włączenia wentylatorów wentylacji mechanicznej w okresie bilansowania β	%		100
14	Strumień objętości powietrza wentylacyjnego V _{ve}	m ³ /h	13 524,75	10 084,99
15	Roczne zapotrzebowanie na ciepło netto Q _{0wn}	GJ/rok	1 500,80	1 119,10
16	Sprawność wytwarzania	-	0,95	0,95
17	Sprawność przesyłania	-	0,97	0,95
18	Sprawność regulacji i wykorzystania	-	0,93	0,93
19	Sprawność akumulacji	-	1,00	1,00
20	Sprawność całkowita systemu	-	0,857	0,839
21	Roczne zapotrzebowanie na ciepło brutto Q _{0wb}	GJ/rok	1 751,23	1 333,85
22	Roczna oszczędność energii cieplnej (uwzględniająca przerwy w ogrzewaniu)	GJ/rok	315,96	
23	Zmniejszenie mocy cieplnej	kW	113,7	
24	Roczna oszczędność kosztów ΔQ _{rw}	zł/rok	28 537,60	
25	Roczna oszczędność kosztów ΔQ _{rw} uwzględniająca koszt energii elektrycznej	zł/rok	16 378,36	

Określenie sprawności systemu grzewczego w stanie istniejącym**1. Sprawność wytwarzania ciepła**

$$\eta_g = 0,95$$

sprawność dla węzła cieplnego o mocy powyżej 300 kW

2. Sprawność przesyłania ciepła

$$\eta_d = 0,97$$

sprawność dla ogrzewania centralnego wodnego z lokalnego źródła usytuowanego w ogrzewanym budynku, z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w pomieszczeniach ogrzewanych

3. Sprawność regulacji i wykorzystania systemu grzewczego

$$\eta_e = 0,93$$

sprawność dla ogrzewania wodnego z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej i miejscowej

4. Sprawność akumulacji ciepła

$$\eta_s = 1,00$$

brak zasobnika buforowego

5. Przerwa na ogrzewanie w okresie tygodnia

$$w_t = 0,85$$

czas ogrzewania 5 dni

6. Przerwa na ogrzewanie w ciągu doby

$$w_d = 0,89$$

czas przerw 14 h

Sprawności określono na podstawie *Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 6.11.2008 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* lub dokumentacji technicznej.

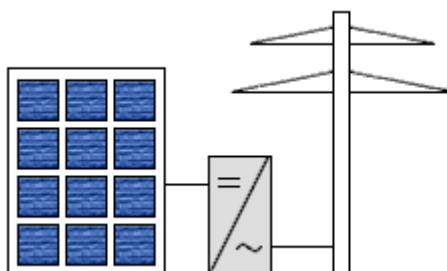
Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej										
Lp.		Jednostka	Wartość							
1.	Liczba jednostek odniesienia L (liczba użytkowników)	osoby	199							
2.	Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody użytkowej V_{CW}	$dm^3/(j.o.) \cdot doba$	7,00							
3.	Ciepło właściwe wody c_w	$kJ/(kgK)$	4,19							
4.	Gęstość wody ρ_w	kg/m^3	1000							
5.	Temperatura ciepłej wody θ_{CW}	$^{\circ}C$	55							
6.	Temperatura wody zimnej θ_0	$^{\circ}C$	10							
7.	Współczynnik korekcyjny k_t	-	1							
8.	Czas użytkowania t_{Uz}	doby	252							
9.	Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{W,nd}=V_{CW} \cdot L \cdot c_w \cdot \rho_w \cdot (\theta_{CW}-\theta_0) \cdot k_t \cdot t_{Uz} / (1000 \cdot 3600)$	kWh/rok	18 385,5							
			Stan istniejący	Wariant 1		Wariant 2		Wariant 2 A		
10.	Wybrany wariant wytwarzania		węzeł cieplny	węzeł cieplny	pompa ciepła	węzeł cieplny	pompa ciepła	węzeł cieplny	pompa ciepła	kolektory słoneczne
11.	Udział nośnika/stopień pokrycia	%	100,00	30,00	70,00	30,00	70,00	5,74	55,00	39,26
12.	Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego dla danego nośnika $Q_{W,nd} \% = V_{CW} \cdot L \cdot c_w \cdot (\theta_0) \cdot k_t \cdot t_{Uz} / (1000 \cdot 3600)$	kWh/rok	18 385,5	5 515,6	12 869,9	5 515,6	12 869,9	1 055,7	10 112,0	7217,8 *
		GJ/rok	66,19	19,86	46,33	19,86	46,33	3,80	36,40	25,98
13.	Całkowita sprawność systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej $\eta_{W,tot}$ uwzględniająca:	-	0,479	0,479	1,764	0,479	1,764	0,479	1,764	
14.	Sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{W,g}$	-	0,95	0,95	3,50	0,95	3,50	0,95	3,50	
15.	Sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{W,d}$	-	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	
16.	Sprawność akumulacji ciepła $\eta_{W,s}$	-	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	
17.	Sprawność sezonowa wykorzystania $\eta_{W,e}$	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
18.	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową $Q_{K,W}$	kWh/rok	38 383,1	11 514,8	7 295,9	11 514,8	7 295,9	2 204,0	5 732,4	
		GJ/rok	138,18	41,45	26,27	41,45	26,27	7,93	20,64	
19.	Średnie dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{dsred}=L \cdot V_{CW}$	m^3/d	1,39							
20.	Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{hsred}=V_{dsred}/6$	m^3/h	0,23							
21.	Współczynnik nierównomierności rozbioru ciepłej wody $N_h=9,32 \cdot L^{(-0,244)}$	-	2,56							
22.	Maksymalna moc cieplna $q_{cw}=V_{hsred} \cdot c_w \cdot q_w \cdot (\theta_{CW}-\theta_0) \cdot 10^{-6} \cdot 278 \cdot N_h$	kW	30,9							
23.	Średnia moc cieplna $q_{cw}^{sr}=q_{cw}/N_h$	kW	12,1							
24.	Roczne zużycie c.w.u. w budynku $V_{cw}=V_{dsred} \cdot 252$	m^3/rok	350,28							
25.	Koszt wody zimnej $V_{cw} \cdot 15,80 \text{ zł}/m^3$	$zł/rok$	5 534,42							
26.	Koszt przygotowania c.w.u. $Q_{K,W} \cdot O_z + q_{cw} \cdot O_m \cdot 12$	$zł/rok$	9 968,41	5 637,09		5 374,89		3 536,76		
27.	Sumaryczny koszt roczny c.w.u.	$zł/rok$	15 502,83	11 171,51		5 374,89		9 071,18		
28.	Koszt przygotowania c.w.u. (z uwzględnieniem kosztów energii pomocniczej)	$zł/rok$	11 584,63	8 803,35		8 541,15		7 522,76		
29.	Roczna oszczędność kosztów (z uwzględnieniem kosztów energii pomocniczej)	$zł/rok$		2 781,28		3 043,48		4 061,87		
30.	Średni koszt przygotowania $1 m^3$ c.w.u.	$zł/m^3$	28,46	16,09		15,34		10,10		
31.	Średni koszt przygotowania $1 m^3$ c.w.u. (z uwzględnieniem kosztów energii pomocniczej)	$zł/m^3$	33,07	25,13		24,38		21,48		
32.	Koszt modernizacji	$zł$		178 100,00		106 657,00		166 657,00		
33.	SPBT	lata		64,0		35,0		41,0		

* uzysk netto z kolektorów słonecznych

Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie wykonane przy pomocy programu Audytor OZC 3D

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej [kW]	ciepła Q_H [GJ/a]
1	198,29	1 431,57
2	314,32	1 765,70
3	314,32	1 765,70
4	314,32	1 765,70
5	315,23	1 771,24
stan istniejący	315,23	1 771,24

Obliczenie zapotrzebowania na energię na potrzeby oświetlenia wbudowanego w stanie istniejącym i po modernizacji			
Lp.		Jednostka	stan istniejący
1.	Moc jednostkowa opraw oświetlenia P_N	W/m ²	20
2.	Czas użytkowania oświetlenia t_D	h/rok	1 766
3.	Czas użytkowania oświetlenia t_N	h/rok	250
4.	Współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników F_O	-	1,0
5.	Współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego w oświetleniu F_D	-	1,0
6.	Współczynnik utrzymania poziomu natężenia oświetlenia MF	-	1,0
7.	Współczynnik uwzględniający obniżenie poziomu natężenia oświetlenia do poziomu wymagalnego F_C	-	1,0
8.	Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do oświetlenia E_L	kWh/m ² rok	40,32
9.	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową na potrzeby oświetlenia $E_{K,L}$	kWh/rok	225 366,05
10.	Moc umowna	kW	112
11.	Koszt energii	zł/rok	131 941,40
			stan po modernizacji
12.	Moc nominalna modułu	W	200
13.	Ilość modułów	szt.	107
14.	Moc szczytowa	kW	21,40
15.	Roczny uzysk energii netto (po odjęciu potrzeb własnych)	kWh/rok	19 572,0
16.	Koszt energii (z uwzględnieniem oszczędności z zastosowania modułów fotowoltaicznych)	zł/rok	121 503,65



Raport został utworzony przez:

Zbigniew Korek
Zbigniew Korek
ul. Sokolska 74/7
40-087 Katowice
+48 600973 527 korterm@korterm.pl

Lokalizacja instalacji

Polska
Bielsko - Biala
Długość geograficzna: 19°
Szerokość geograficzna: 49,83°
Wysokość słońca: 418 m

Przegląd fotowoltaiki (roczne wartości)

Całkowita powierzchnia brutto	157,3 m ²
Produkcja energii DC [Q _{pvf}]	19 572,6 kWh
Produkcja energii AC [Q _{inv}]	19 000,4 kWh
Współczynnik wydajności	85,6 %
Właściwy uzysk roczny	887,9 kWh/kWp/a
Redukcja CO ₂	10 191,8 kg

Dane meteorologiczne-Przegląd

Średnia temperatura zewnętrzna	8,5 °C
Promieniowanie całkowite, suma roczna	1 038,4 kWh/m ²
Promieniowanie rozproszone, suma roczna	540 kWh/m ²

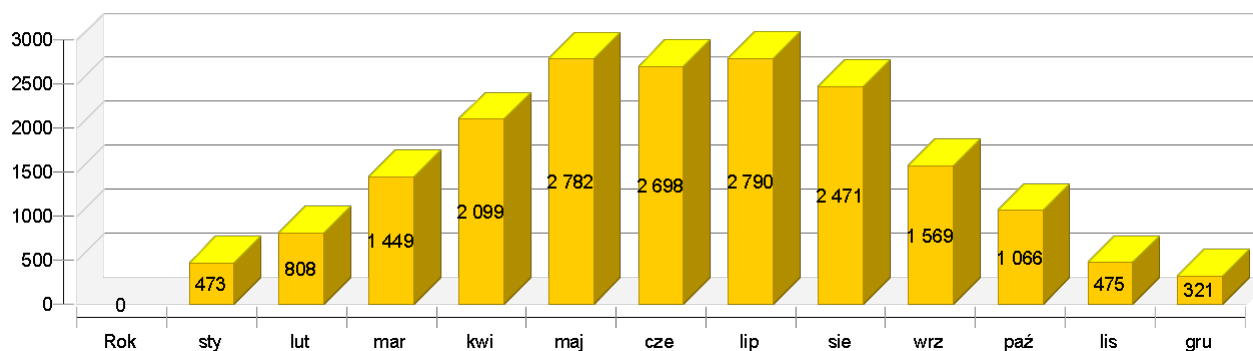
Przegląd komponentów (wartości roczne)

Fotowoltaika Plan dachu 1	STP200S-18/Ud	
Ilość modułów		107
Ilość modułów (układ)		107
Całkowita moc znamionowa pola (powierzchni) generatora	kW	21,4
Całkowita powierzchnia brutto	m ²	157,31

Kąt pochylenia (hor.=0°, wert.=90°)	°	0
Orientacja (E=+90°, S=0°, W=-90°)	°	45
Inwerter 1: Nazwa		Sunny Tripower STP 17000TL-10
Inwerter 1: Producent		SMA Solar Technology AG
Układ 1: ilość inwerterów		1
Układ 1: A liczba stringów		3
Układ 1: A moduły w stringu		23
Układ 1: B liczba stringów		1
Układ 1: B moduły w stringu		23
Inwerter 2: Nazwa		Sunny Boy SB 3000
Inwerter 2: Producent		SMA Solar Technology AG
Układ 2: ilość inwerterów		1
Układ 2: A liczba stringów		1
Układ 2: A moduły w stringu		15
Produkcja energii DC [Qpvf]	kWh	19 573
Produkcja energii AC [Qinv]	kWh	19 000
Właściwy uzysk roczny	kWh/kWp/a	887,9

Wydajność ogniwa fotowoltaicznego AC (prąd zmienny) [Qinv]

kWh



Rok	sty	lut	mar	kwi	maj	cze	lip	sie	wrz	paź	lis	gru
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Wydajność ogniwa fotowoltaicznego DC (prąd stały) [Qpvf]

kWh	19573	494	837	1493	2158	2858	2774	2867	2539	1616	1102	497	339
-----	-------	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	-----

Promieniowanie na powierzchnię modułu [Esol PV]

kWh	163203	3903	6582	11798	17567	24064	23692	24604	21745	13462	9010	4024	2752
-----	--------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------	------

	Rok	sty	lut	mar	kwi	maj	cze	lip	sie	wrz	paź	lis	gru
Wydajność ogniwa fotowoltaicznego AC (prąd zmienny) [Qinv]													
kWh	19000	473	808	1449	2099	2782	2698	2790	2471	1569	1066	475	321
Całkowite zużycie energii elektrycznej [Ecs]													
kWh	270000	27653	24181	25099	22501	21214	19002	18873	19252	19755	22562	23318	26591
Godzinow zużycie energii [Eocsh]													
kWh	19000	473	808	1449	2099	2782	2698	2790	2471	1569	1066	475	321
Miesięczne zużycie energii [Eocsm]													
kWh	19000	473	808	1449	2099	2782	2698	2790	2471	1569	1066	475	321

Wydruk komputerowy z programu Audytor OZC 3D
dla stanu istniejącego oraz poszczególnych
variantów usprawnień termomodernizacyjnych

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Starostwo Powiatowe w Bielsku-Białej	
	Stan istniejący	
Miejscowość:	Bielsko-Biała	
Adres:	ul. Piastowska 40	
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:	III	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Bielsko Biała	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	5589,4	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	14295,4	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	157207	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	315225	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	56,4	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	22,1	W/m ³
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie	$Q_{H,nd}$	1771,24 GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie	$Q_{H,nd}$	492012 kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku	A_H	5589 m ²
Kubatura ogrzewana budynku	V_H	14295,4 m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EA_H	316,9 MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EA_H	88,0 kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EV_H	123,9 MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EV_H	34,4 kWh/(m ³ ·rok)

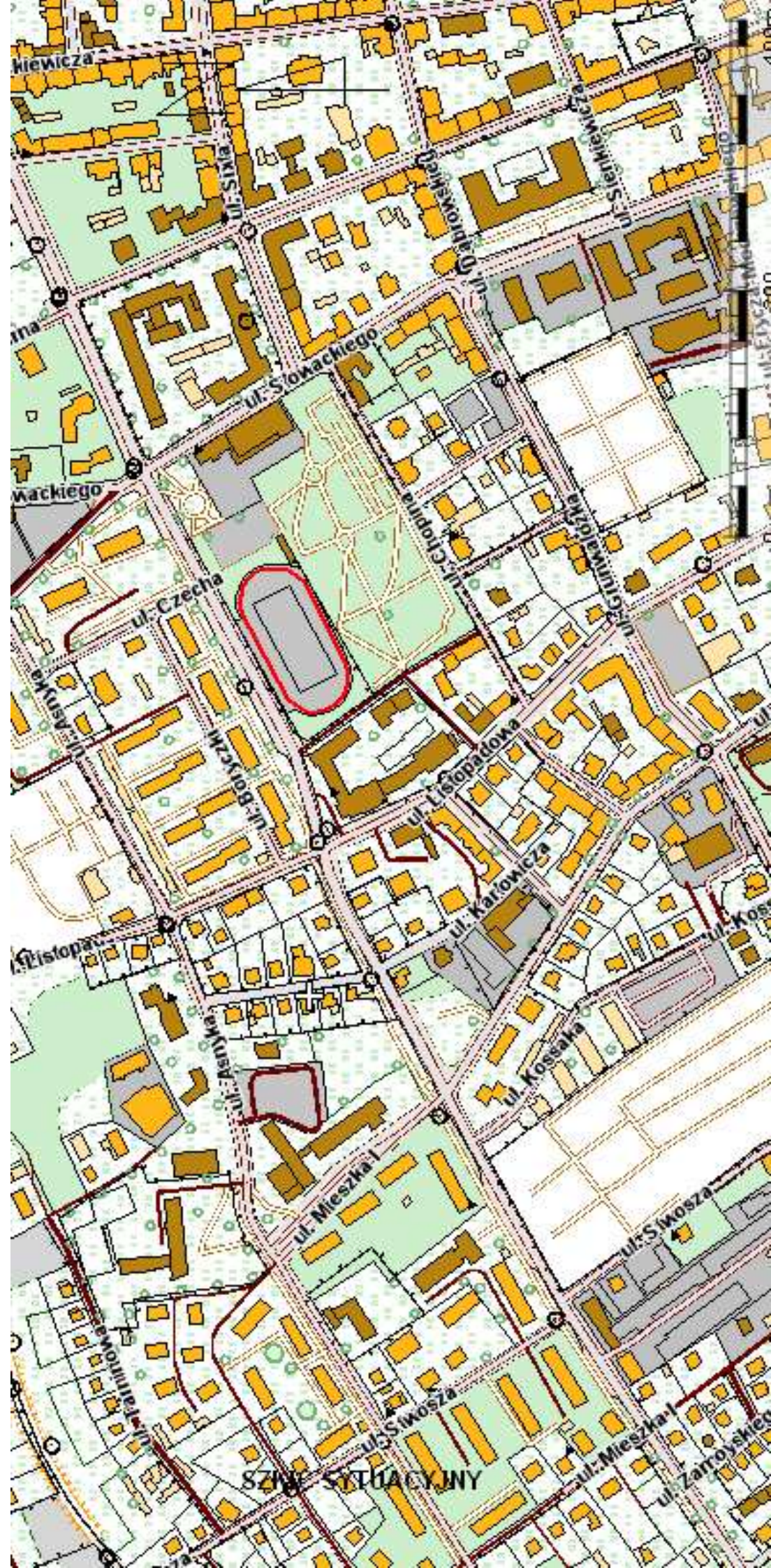
Wyniki - Ogólne

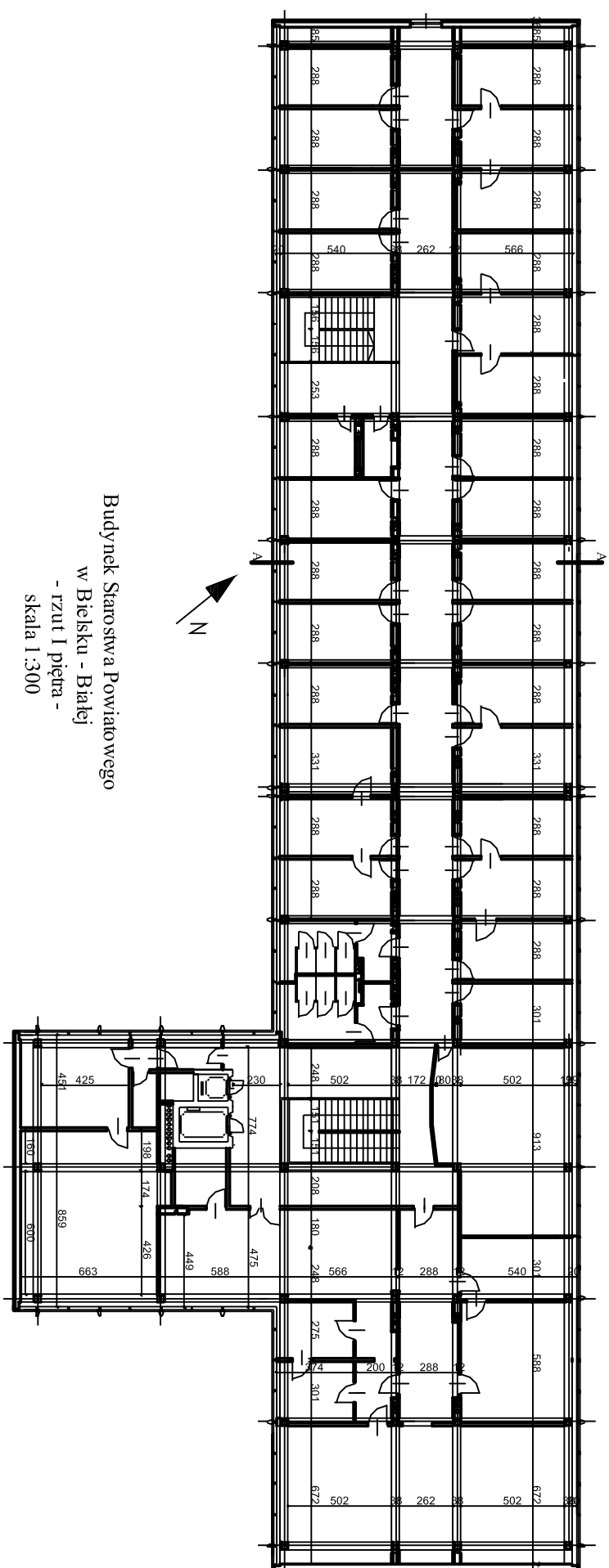
Podstawowe informacje:			
Nazwa projektu:	Starostwo Powiatowe w Bielsku-Białej		
	Wariant 1		
Miejscowość:	Bielsko-Biała		
Adres:	ul. Piastowska 40		
Normy:			
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946		
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006		
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790		
Dane klimatyczne:			
Strefa klimatyczna:	III		
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-20	°C	
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,6	°C	
Stacja meteorologiczna:	Bielsko Biała		
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:			
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	5589,4	m^2	
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	14295,4	m^3	
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	156300	W	
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	198290	W	
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:			
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	35,5	W/m^2	
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	13,9	W/m^3	
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790			
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie			
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie	$Q_{H,nd}$:	1431,57	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie	$Q_{H,nd}$:	397657	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku	A_H :	5589	m^2
Kubatura ogrzewana budynku	V_H :	14295,4	m^3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EA_H :	256,1	$MJ/(m^2 \cdot rok)$
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EA_H :	71,1	$kWh/(m^2 \cdot rok)$
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EV_H :	100,1	$MJ/(m^3 \cdot rok)$
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EV_H :	27,8	$kWh/(m^3 \cdot rok)$

Wyniki - Ogólne

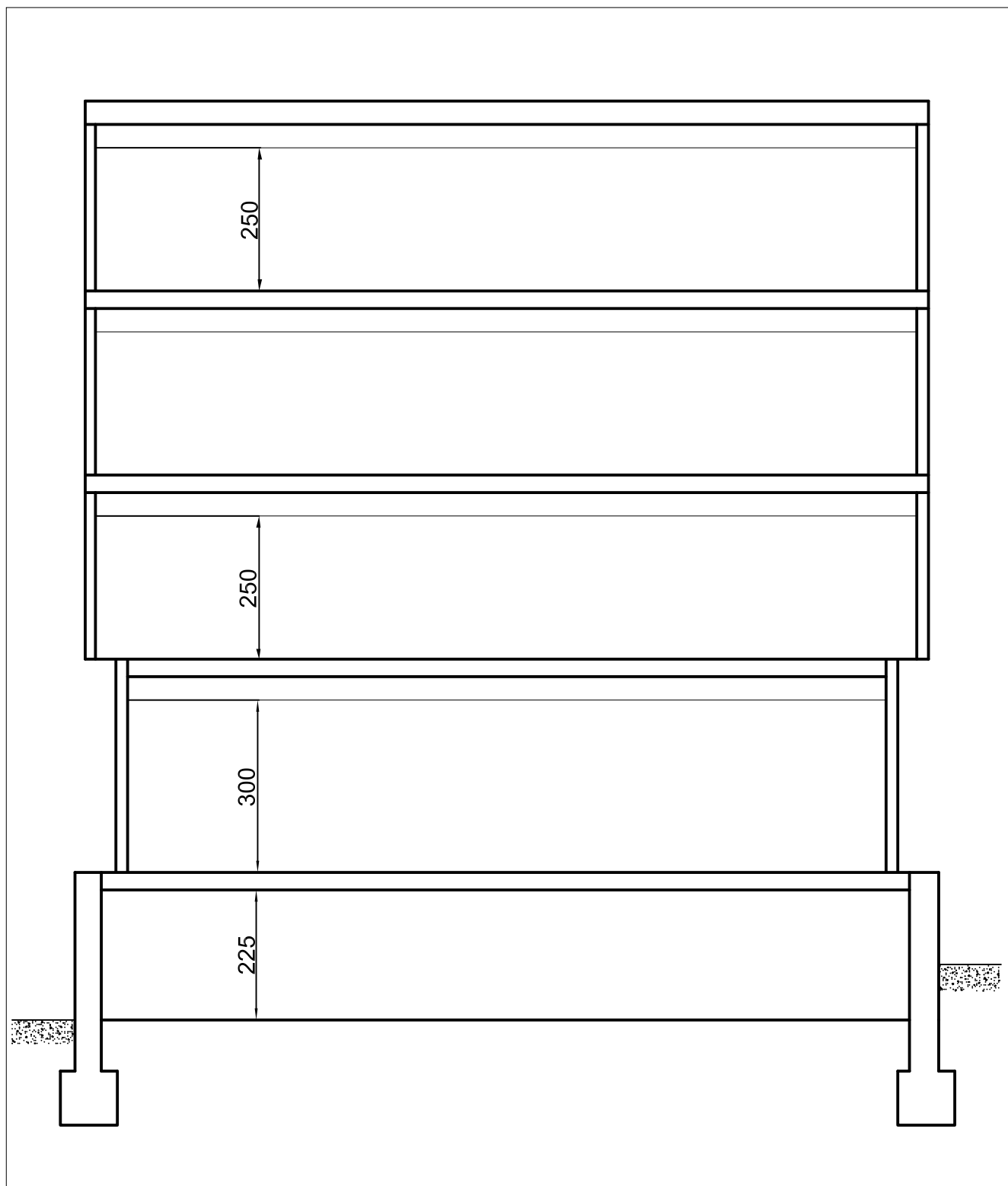
Podstawowe informacje:			
Nazwa projektu:	Starostwo Powiatowe w Bielsku-Białej		
	Wariant 2 - wymiana okien OZ-D		
Miejscowość:	Bielsko-Biała		
Adres:	ul. Piastowska 40		
Normy:			
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946		
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006		
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790		
Dane klimatyczne:			
Strefa klimatyczna:	III		
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-20	°C	
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,6	°C	
Stacja meteorologiczna:	Bielsko Biała		
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:			
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	5589,4	m^2	
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	14295,4	m^3	
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	156300	W	
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	314318	W	
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:			
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	56,2	W/m^2	
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	22,0	W/m^3	
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790			
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie			
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie	$Q_{H,nd}$:	1765,70	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie	$Q_{H,nd}$:	490473	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku	A_H :	5589	m^2
Kubatura ogrzewana budynku	V_H :	14295,4	m^3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EA_H :	315,9	$MJ/(m^2 \cdot rok)$
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EA_H :	87,7	$kWh/(m^2 \cdot rok)$
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EV_H :	123,5	$MJ/(m^3 \cdot rok)$
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EV_H :	34,3	$kWh/(m^3 \cdot rok)$

Plan sytuacyjny, rzuty budynku, dokumentacja fotograficzna





Budynek Starostwa Powiatowego
w Białym - Białej
- rzut I piętra -
skala 1:300



PRZEKRÓJ
skala 1 : 100

Dokumentacja fotograficzna



Zdjęcie 1 Elewacja północno-zachodnia



Zdjęcie 2 Elewacja południowo-zachodnia



Zdjęcie 3 Elewacja południowo-wschodnia



Zdjęcie 4 Elewacja północno-wschodnia



Zdjęcie 5 Elewacja północno-wschodnia

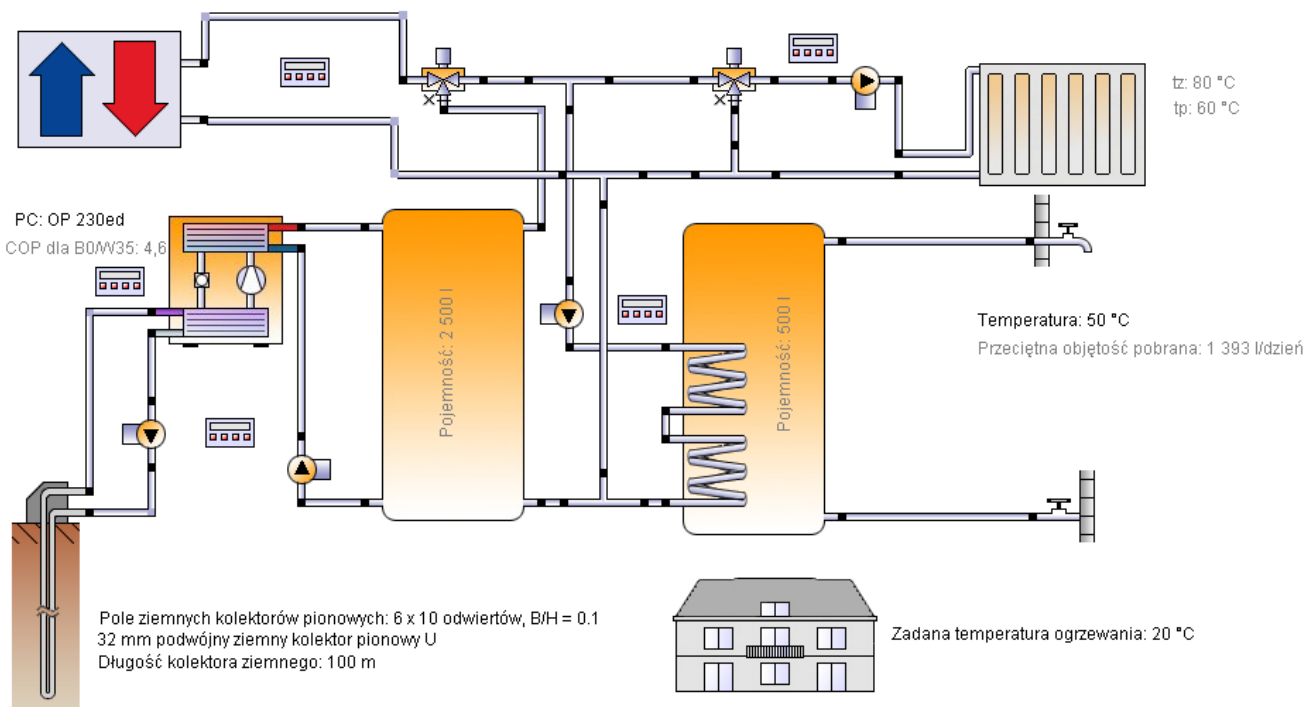


Zdjęcie 6 Stropodach



Zdjęcie 7 Wymiennikownia

Wyniki symulacji w programie Polysun



Raport został utworzony przez:

Zbigniew Korek
Zbigniew Korek
ul. Sokolska 74/7
40-087 Katowice
+48 600973 527 korterm@korterm.pl

Lokalizacja instalacji

Polska
Bielsko - Biala
Długość geograficzna: 19°
Szerokość geograficzna: 49,83°
Wysokość słońca: 418 m

Przegląd instalacji (wartości roczne)

Całkowite zużycie paliwa i /lub energii elektrycznej przez instalację [E _{tot}]	116 039,2 kWh
Wymagania komfortu	Zapotrzebowanie na energię pokryte

Przegląd pompy ciepła (roczne wartości)

Sezonowy współczynnik pracy (bez energii pompy)	3,9
Całkowite zużycie energii elektrycznej podczas ogrzewania [Eaux]	115 366,8 kWh
Długość kolektora ziemnego (Całkowity)	6 000 m
Energia uzyskana z ziemnego kolektora pionowego	336 541 kWh
Całkowita oszczędność energii	336 715,8 kWh
Całkowita redukcja emisji CO2	180 614,3 kg

Dane meteorologiczne-Przegląd

Średnia temperatura zewnętrzna	8,5 °C
Promieniowanie całkowite, suma roczna	1 038,4 kWh/m ²
Promieniowanie rozproszone, suma roczna	540 kWh/m ²

Przegląd komponentów (wartości roczne)

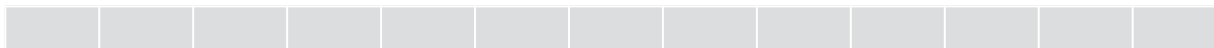
Pompa ciepła solanka/woda lub woda/woda	OP 230ed	
Sezonowy współczynnik pracy (bez energii pompy)		3,92
Zużycie energii elektrycznej i paliwa [Eaux]	kWh	115 366,8
Ziemny kolektor pionowy	32 mm podwójny ziemny kolektor pionowy U	
Długość kolektora ziemnego	m	100
Ilość ziemnych kolektorów pionowych		60
Temperatura wylotowa podczas pracy	°C	7,2

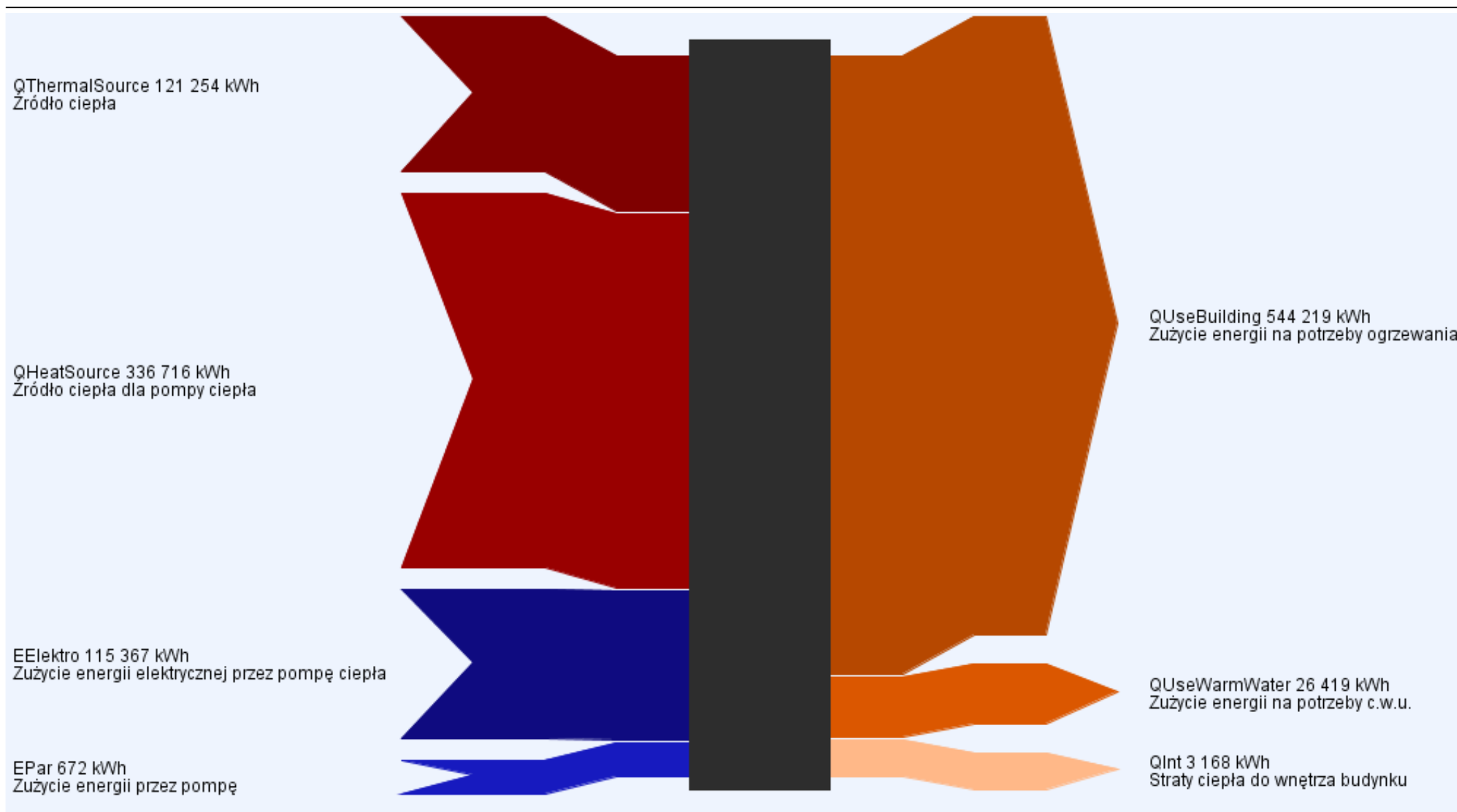
Budynek	-	
Ogrzewana/klimatyzowana powierzchnia mieszkalna	m ²	5 900
Zadana temperatura ogrzewania	°C	20
Zapotrzebowanie na energię ogrzewania bez c.w.u. [Qdem]	kWh	546 265,6

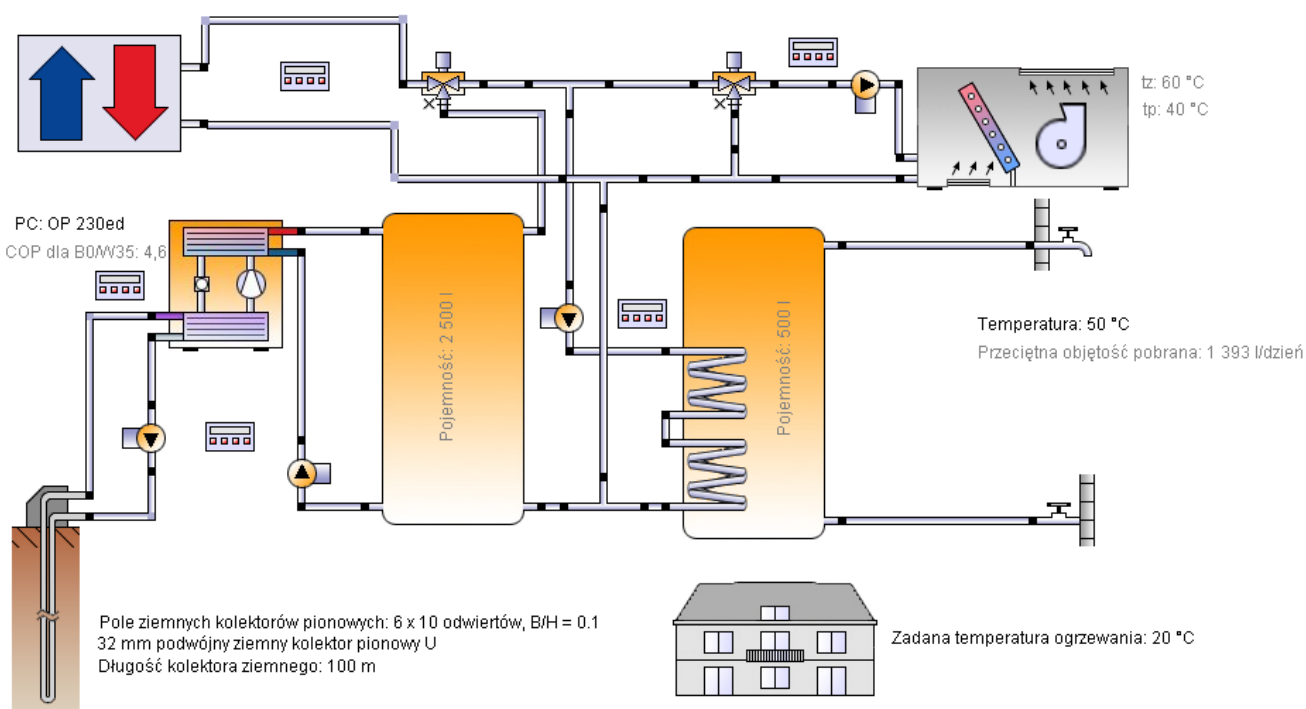
Element grzewczy	grzejniki płytowe 80/60	
Energia netto z/dla modułów ogrzewających/chłodzących	kWh	544 218,8

Pobór/źródło energii	Senke	
Moc	W	200 000
Temperatura na wlocie	°C	60
Energia z/do systemu [Qaux]	kWh	121 253,5

Zapotrzebowanie na ciepłą wodę	Stała	
Pobór objętościowy/dzienna konsumpcja	l/d	1 396,1
Ustawienie temperatury	°C	50
Zapotrzebowanie na energię [Qdem]	kWh	23 697







Raport został utworzony przez:

Zbigniew Korek
Zbigniew Korek
ul. Sokolska 74/7
40-087 Katowice
+48 600973 527 korterm@korterm.pl

Lokalizacja instalacji

Polska
Bielsko - Biala
Długość geograficzna: 19°
Szerokość geograficzna: 49,83°
Wysokość słońca: 418 m

Przegląd instalacji (wartości roczne)

Całkowite zużycie paliwa i /lub energii elektrycznej przez instalację [Etot]	98 322,1 kWh
Wymagania komfortu	Zapotrzebowanie na energię pokryte

Przegląd pompy ciepła (roczne wartości)

Sezonowy współczynnik pracy (bez energii pompy)	4,1
Całkowite zużycie energii elektrycznej podczas ogrzewania [Eaux]	97 674,7 kWh
Długość kolektora ziemnego (Całkowity)	6 000 m
Energia uzyskana z ziemnego kolektora pionowego	307 007 kWh
Całkowita oszczędność energii	307 211,5 kWh
Całkowita redukcja emisji CO2	164 788,3 kg

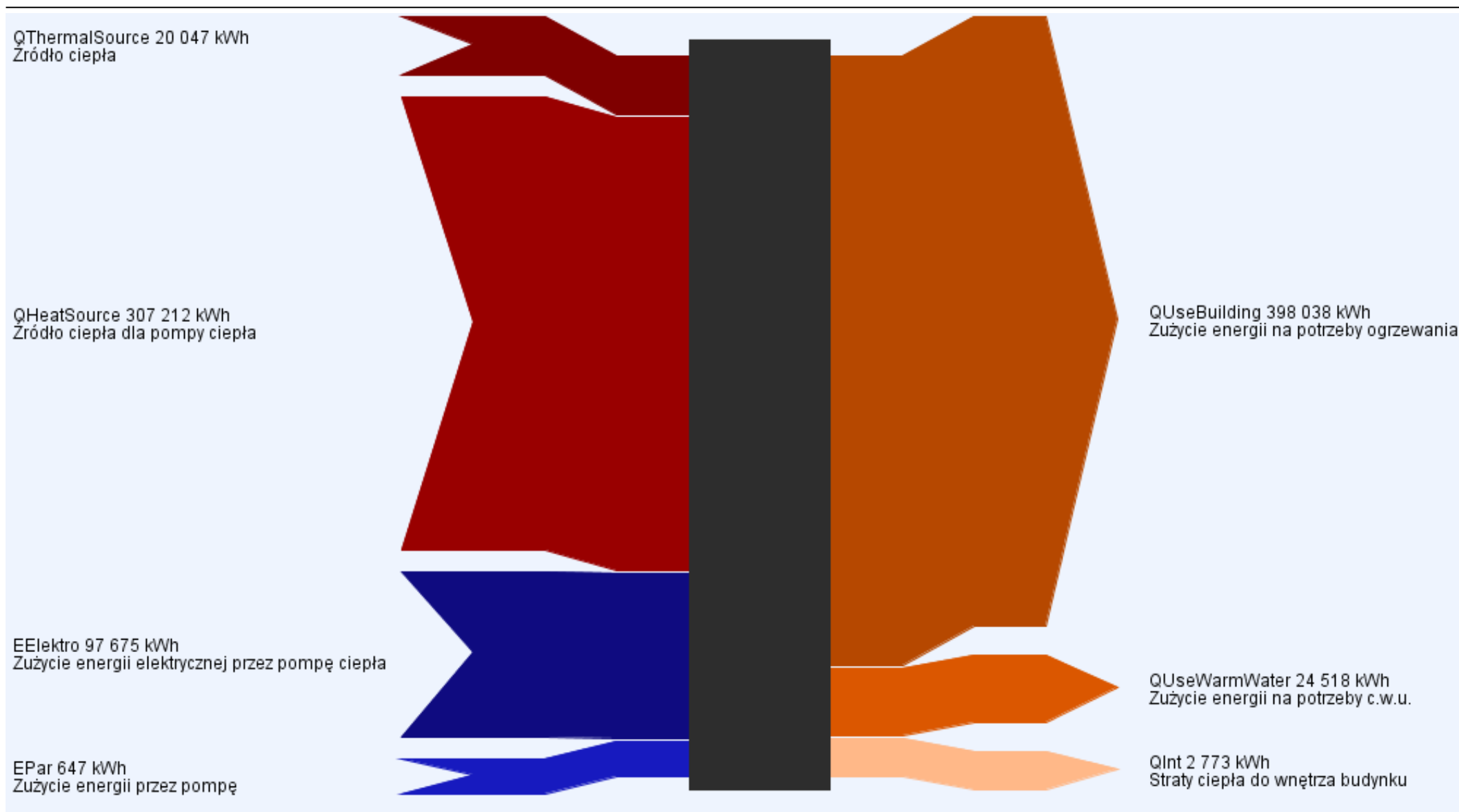
Dane meteorologiczne-Przegląd

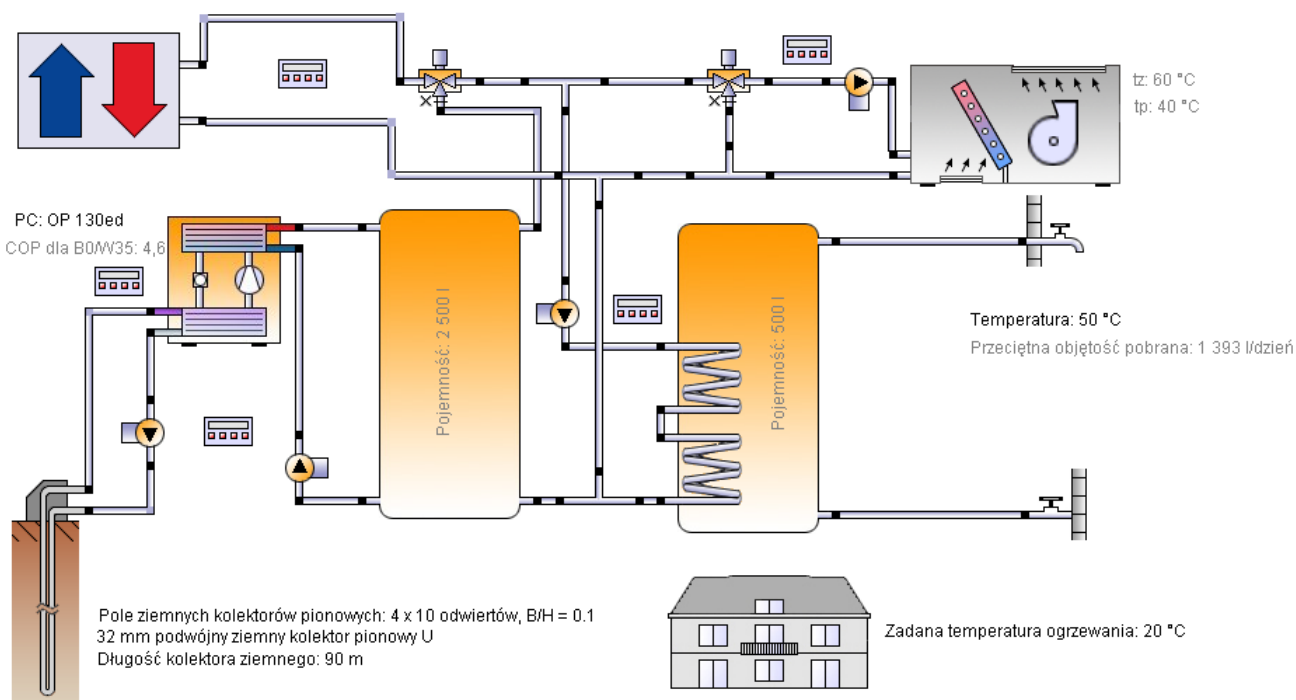
Średnia temperatura zewnętrzna	8,5 °C
Promieniowanie całkowite, suma roczna	1 038,3 kWh/m ²
Promieniowanie rozproszone, suma roczna	540 kWh/m ²

Przegląd komponentów (wartości roczne)

Pompa ciepła solanka/woda lub woda/woda	OP 230ed	
Sezonowy współczynnik pracy (bez energii pompy)		4,15
Zużycie energii elektrycznej i paliwa [Eaux]	kWh	97 674,7
Ziemny kolektor pionowy	32 mm podwójny ziemny kolektor pionowy U	
Długość kolektora ziemnego	m	100
Ilość ziemnych kolektorów pionowych		60
Temperatura wylotowa podczas pracy	°C	6,9

Zapotrzebowanie na ciepłą wodę	Stała	
Pobór objętościowy/dzienna konsumpcja	l/d	1 396,2
Ustawienie temperatury	°C	50
Zapotrzebowanie na energię [Qdem]	kWh	23 699,1





Raport został utworzony przez:

Zbigniew Korek
Zbigniew Korek
ul. Sokolska 74/7
40-087 Katowice
+48 600973 527 korterm@korterm.pl

Lokalizacja instalacji

Polska
Bielsko - Biala
Długość geograficzna: 19°
Szerokość geograficzna: 49,83°
Wysokość słońca: 418 m

Przegląd instalacji (wartości roczne)

Całkowite zużycie paliwa i /lub energii elektrycznej przez instalację [Etot]	92 798,3 kWh
Wymagania komfortu	Zapotrzebowanie na energię pokryte

Przegląd pompy ciepła (roczne wartości)

Sezonowy współczynnik pracy (bez energii pompy)	4,2
Całkowite zużycie energii elektrycznej podczas ogrzewania [Eaux]	92 097,7 kWh
Długość kolektora ziemnego (Całkowity)	3 600 m
Energia uzyskana z ziemnego kolektora pionowego	297 136,6 kWh
Całkowita oszczędność energii	297 331,4 kWh
Całkowita redukcja emisji CO2	159 488,5 kg

Dane meteorologiczne-Przegląd

Średnia temperatura zewnętrzna	8,5 °C
Promieniowanie całkowite, suma roczna	1 038,4 kWh/m ²
Promieniowanie rozproszone, suma roczna	540 kWh/m ²

Przegląd komponentów (wartości roczne)

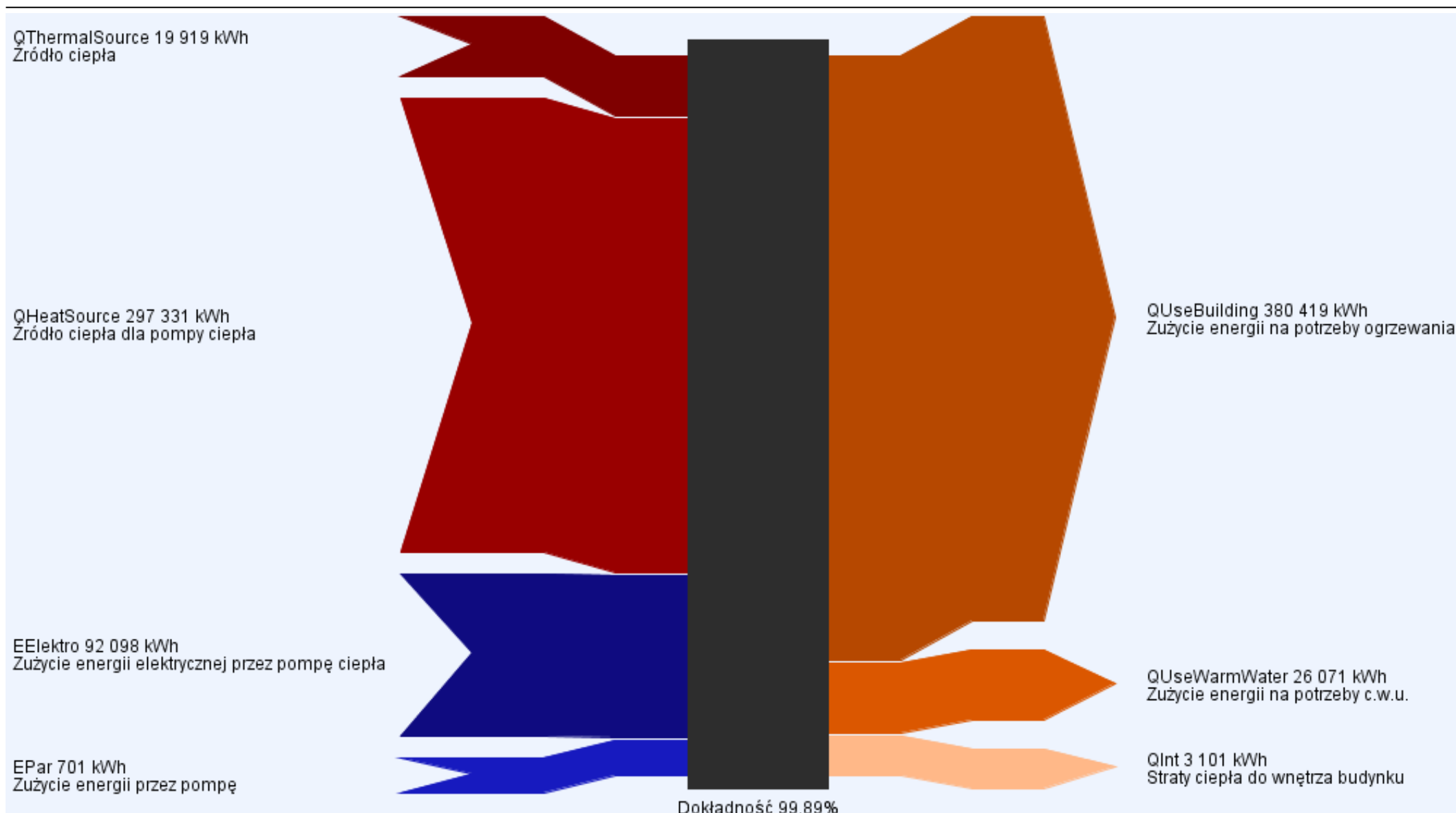
Pompa ciepła solanka/woda lub woda/woda	OP 130ed	
Sezonowy współczynnik pracy (bez energii pompy)		4,23
Zużycie energii elektrycznej i paliwa [Eaux]	kWh	92 097,7
Ziemny kolektor pionowy	32 mm podwójny ziemny kolektor pionowy U	
Długość kolektora ziemnego	m	90
Ilość ziemnych kolektorów pionowych		40
Temperatura wylotowa podczas pracy	°C	6,8

Budynek	-	
Ogrzewana/klimatyzowana powierzchnia mieszkalna	m ²	5 900
Zadana temperatura ogrzewania	°C	20
Zapotrzebowanie na energię ogrzewania bez c.w.u. [Qdem]	kWh	384 344,9

Nagrzewnica wentylatorowa	4 rurowy 60/40C	
Energia netto z/dla modułów ogrzewających/chłodzących	kWh	351 689,5

Pobór/źródło energii	Senke	
Moc	W	200 000
Temperatura na wlocie	°C	40
Energia z/do systemu [Qaux]	kWh	19 918,6

Zapotrzebowanie na ciepłą wodę	Stała	
Pobór objętościowy/dzienna konsumpcja	l/d	1 396,1
Ustawienie temperatury	°C	50
Zapotrzebowanie na energię [Qdem]	kWh	23 698,1



**OBLICZENIE OSZCZĘDNOŚCI DLA WARIANTÓW PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO NA PODSTAWIE
SYMULACJI PRACY POMPY CIEPŁA**

Zestawienie wyników i obliczenie oszczędności bez uwzględnienia energii na potrzeby oświetlenia wbudowanego i energii pomocniczej:

Lp.		Jednostka	Stan istniejący	Nr wariantu									
				1		2		3		4		5	
1.	Zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku Q_{co} (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	GJ/rok	1 771,24	1 431,57		1 765,70		1 765,70		1 765,70		1 771,24	
		kWh/rok	492 011,5	397 658,7		490 472,6		490 472,6		490 472,6		492 011,5	
2.	Projektowe obciążenie cieplne q_{co}	kW	315,23	198,29		314,32		314,32		314,32		315,23	
3.	Wybrany wariant wytwarzania	-		pompa ciepła	węzeł cieplny	pompa ciepła	węzeł cieplny	pompa ciepła	węzeł cieplny	pompa ciepła	węzeł cieplny	pompa ciepła	węzeł cieplny
4.	Udział nośnika/stopień pokrycia	%	100,00	94,69	5,31	76,77	23,23	76,77	23,23	79,40	20,60	79,15	20,85
		GJ/rok	1 771,24	1355,61	75,96	1 355,61	410,09	1 355,61	410,09	1 401,94	363,76	1 401,94	369,30
5.	Sprawność całkowita systemu grzewczego η	-	0,857	3,061	0,857	3,126	0,857	3,126	0,857	3,126	0,857	3,126	0,857
6.	Współczynnik przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia w_t	-	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
7.	Współczynnik przerw na ogrzewanie w okresie doby w_d	-	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89
8.	Zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku Q_{co} (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	GJ/rok	1 563,53	335,03	67,05	328,06	361,99	328,06	361,99	339,27	321,10	339,27	325,99
9.	Roczny koszt ciepła na ogrzewanie	zł/rok	108 202,63	56 683,08		85 241,44		85 241,44		86 794,20		87 131,22	
10.	Obliczeniowe zużycie energii do przygotowania c.w.u. Q_{cw}	GJ/rok	138,18	41,45	26,27	41,45	26,27	41,45	26,27		138,18		138,18
		kWh/rok	38 383,1	11 513,9	7 297,2	11 513,9	7 297,2	11 513,9	7 297,2		38 383,1		38 383,1
11.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie c.w.u. q_{cw}	kW	30,90	30,90		30,90		30,90		30,90		30,90	
12.	Roczny koszt ciepła na c.w.u.	zł/rok	9 968,41	5 374,89		5 374,89		5 374,89		9 968,41		9 968,41	
13.	Łączne zużycie ciepła na ogrzewanie i c.w.u.	GJ/rok	1 701,71	469,80		757,77		757,77		798,55		803,44	
14.	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię ΔQ	%		72,39		55,47		55,47		53,07		52,79	
15.	Łączne zapotrzebowanie mocy	kW	346,13	229,19		345,22		345,22		345,22		346,13	
16.	Łączny koszt ciepła na ogrzewanie i przygotowanie c.w.u.	zł/rok	118 171,04	62 057,97		90 616,33		90 616,33		96 762,61		97 099,63	
17.	Roczna oszczędność kosztów energii	zł/rok		56 113,07		27 554,71		27 554,71		21 408,43		21 071,41	
18.	Koszt modernizacji (bez kosztów modernizacji oświetlenia)	zł		1 689 809,00		910 609,00		910 609,00		779 352,00		756 828,00	
19.	Koszt modernizacji (łącznie z kosztem modernizacji oświetlenia)	zł		2 091 109,00		1 311 909,00		910 609,00		779 352,00		756 828,00	
20.	SPBT (bez kosztów modernizacji oświetlenia)	lata		30,11		33,05		33,05		36,40		35,92	
21.	SPBT (łącznie z kosztem modernizacji oświetlenia)	lata		37,27		47,61		33,05		36,40		35,92	

Zestawienie wyników i obliczenie oszczędności z uwzględnieniem energii na potrzeby oświetlenia wbudowanego i energii pomocniczej:

Lp.		Jednostka	Stan istniejący	Nr wariantu				
				1	2	3	4	5
1.	Roczne zapotrzebowanie energii końcowej przez system ogrzewania i wentylacji $Q_{K,H}$	kWh/rok	434 314,2	111 689,0	191 680,7	191 680,7	183 436,3	184 794,6
2.	Roczne zapotrzebowanie energii końcowej przez system przygotowania ciepłej wody $Q_{K,W}$	kWh/rok	38 383,1	18 811,1	18 811,1	18 811,1	38 383,1	38 383,1
3.	Łączny koszt ciepła na ogrzewanie i wentylację oraz przygotowanie ciepłej wody użytkowej	zł/rok	118 171,0	62 058,0	90 616,3	90 616,3	96 762,6	97 099,6
4.	Roczne zapotrzebowanie energii końcowej do napędu urządzeń pomocniczych systemu ogrzewania $E_{el,pom,H}$	kWh/rok	6 288,1	18 584,8	18 584,8	18 584,8	18 584,8	18 584,8
5.	Roczne zapotrzebowanie energii końcowej do napędu urządzeń pomocniczych systemu ciepłej wody użytkowej $E_{el,pom,W}$	kWh/rok	3 030,6	5 937,1	5 937,1	5 937,1	3 030,6	3 030,6
6.	Łączne roczne zapotrzebowanie energii końcowej do napędu urządzeń pomocniczych $E_{el,pom}$	kWh/rok	9 318,7	24 521,9	24 521,9	24 521,9	21 615,4	21 615,4
7.	Sumaryczny koszt energii elektrycznej do napędu urządzeń pomocniczych	zł/rok	4 969,7	13 077,5	13 077,5	13 077,5	11 527,5	11 527,5
8.	Roczne zapotrzebowanie energii końcowej przez system oświetlenia wbudowanego $Q_{K,L}$	kWh/rok	225 366,1	205 794,1	205 794,1	225 366,1	225 366,1	225 366,10
9.	Koszt energii elektrycznej dla systemu oświetlenia wbudowanego	zł/rok	131 941,40	121 503,65	121 503,65	131 941,40	131 941,40	131 941,40
10.	Sumaryczny koszt energii	zł/rok	255 082,10	196 639,15	225 197,51	235 635,26	240 231,50	240 568,52
11.	Roczna oszczędność kosztów energii	zł/rok		58 442,95	29 884,59	19 446,84	14 850,60	14 513,58
12.	Koszt modernizacji (łącznie z kosztem modernizacji oświetlenia)	zł		2 091 109,00	1 311 909,00	910 609,00	779 352,00	756 828,00
13.	SPBT	lata		35,8	43,9	46,8	52,5	52,1
14.	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię ΔQ	%		49,0	37,7	34,9	33,7	33,5