

**BUDYNEK JEDNORODZINNY PARTEROWY - PRZYKŁAD**

## DANE TECHNICZNE O BUDYNKU:

<b>Rok budowy</b>	Budynek nowobudowany	
<b>Opis technologii wznoszenia</b>	Ściana murowana cegłą silikatową drążoną o grubości 25[cm]. Budynek parterowy, kryty stropem drewnianym pod nieogrzewanym strychem oraz dachem o konstrukcji drewnianej wykończonej dachówką ceramiczną.	
<b>Lokalizacja</b>	Wrocław, woj. dolnośląskie.	
<b>Przegrody</b>	Ściany	Cegła silikatowa drążona o grubości 25[cm], ocieplona płytami styropianowymi o grubości 12[cm], obustronnie otynkowana.
	Strop do strychu	Strop wykonany w konstrukcji drewnianej, ocieplony wełną mineralną w warstwie niejednorodnej wełną mineralną o grubości 15[cm] oraz docieplony od wewnątrz wełną mineralną o grubości 5[cm].
	Podłoga na gruncie	Podłoga na gruncie na podkładzie betonowym, ocieplona na całej powierzchni warstwą styropianu podłogowego o grubości 10[cm], posadzka wykończona panelami podłogowymi.
	Stolarka okienna	Okna PCV, rama pięciokomorowa z wkładką termiczną, szklenie szybą zespoloną jednokomorową z powłoką niskoemisyjną o $U_g=1,1$ [W/m <sup>2</sup> K].
	Stolarka drzwiowa	Drzwi zewnętrzne wejściowe nowe wykonane w standardzie niskoenergetycznym, o współczynniku przenikania ciepła $U_d=1,5$ [W/m <sup>2</sup> K].
<b>Źródło ciepła</b>	Gazowy kocioł kondensacyjny o parametrach czynnika grzewczego 70/55°C, pracujący również na cele przygotowania ciepłej wody użytkowej.	
<b>Wentylacja</b>	Wentylacja naturalna realizowana przez nawiewniki okienne ciśnieniowe sterowane ręcznie.	
<b>Powierzchnia</b>	Powierzchnia użytkowa: 148,15 [m <sup>2</sup> ]	
<b>Zyski ciepła</b>	Wewnętrzne zyski ciepła: 3,5 [W/m <sup>2</sup> ]	
<b>Użytkownicy</b>	4 mieszkańców	

**ZAŁOŻENIA DO PROJEKTU OPTYMALIZACJI BUDYNKU JEDNORODZINNEGO PARTEROWEGO:**

1. Dobranie optymalnego materiału izolacyjnego dla ścian zewnętrznych
2. Dobranie optymalnego materiału izolacyjnego dla stropu do strychu
3. Dobranie optymalnego materiału izolacyjnego dla podłogi na gruncie
4. Dobór źródła ciepła (przejście z ogrzewania gazowego kondensacyjnego na ogrzewanie za pomocą pompy ciepła)
5. Modernizacja wentylacji naturalnej na wentylację mechaniczną z odzyskiem ciepła.

## 1. WPROWADZENIE DANYCH OGÓLNYCH

Zakładka „Dane ogólne” wymaga wprowadzenia następujących informacji:

Dane ogólne
Stan projektowy
Wyniki - stan projektowy
Optymalizacja
Wyniki po optymalizacji

**Data opracowania**  
5 lutego 2013

**Rodzaj budynku**  
 nowobudowany    termomodernizowany

**Ostatnia kondygnacja**  
 użytkowa    nieużytkowa  
 Liczba kondygnacji użytkowych: 1

**Dane budynku**  
 Nazwa: PARTEROWY  
 Ulica i numer: Wrocławska 5  
 Kod pocztowy: 55-550     
 Miejscowość: Wrocław

**Dane inwestora**  
 Takie same dane, jak dla budynku:

**Strefa klimatyczna - II**

**Dane klimatyczne**  
 dla wybranej strefy  
 dla stacji meteorologicznej: Wrocław

## 2. STAN AKTUALNY

Zakładka „Stan aktualny” wymaga uzupełnienia następujących danych:

### a) Zakładka „Geometria” należy wprowadzić

- orientacja ściany frontowej: północ N
- szerokość budynku: 16,50 [m]
- długość budynku: 12,28 [m]
- wysokość budynku: 6,41 [m]
- wysokość ścian: 3,49 [m]
- powierzchnia użytkowa (samodzielnie): 148,15 [m<sup>2</sup>]
- wewnętrzne zyski ciepła (samodzielnie): 3,5 [W/m<sup>2</sup>]
- liczba mieszkańców (samodzielnie): 4 [os.]

Dane ogólne
Stan projektowy
Wyniki - stan projektowy
Optymalizacja
Wyniki po optymalizacji

**Wentylacja**   **Ciepło**

**Geometria**   **Przegrody**   **Stolarka**

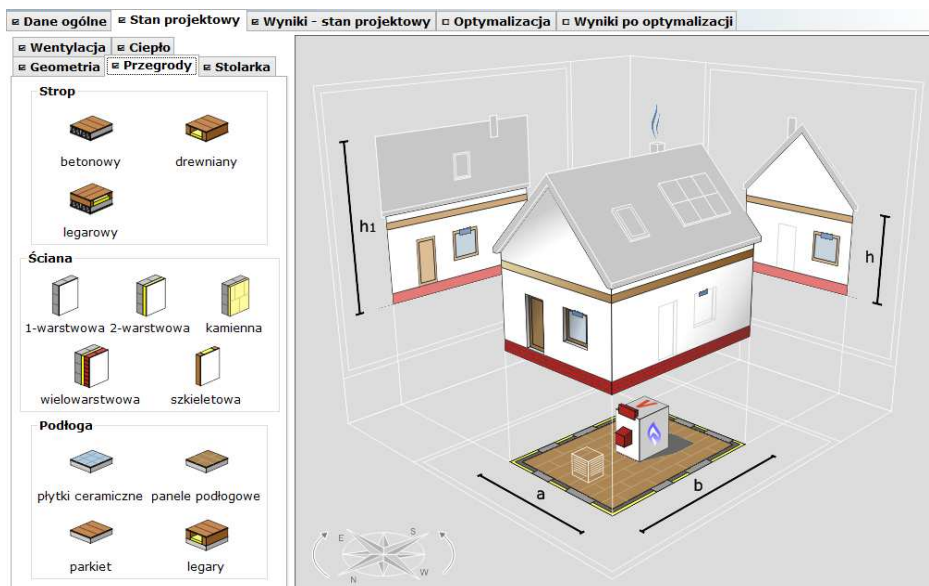
**Usytuowanie i wymiary**  
 Orientacja ściany frontowej: N  
 Szerokość budynku: 16,50 m  
 Długość budynku: 12,28 m  
 Wysokość budynku: 6,41 m  
 Wysokość ścian: 3,49 m

**Powierzchnia użytkowa**  
 automatycznie  
 samodzielnie: 148,15 m<sup>2</sup>

**Wewnętrzne zyski ciepła**  
 automatycznie  
 samodzielnie: 3,5 W/m<sup>2</sup>

**Liczba mieszkańców**  
 automatycznie  
 samodzielnie: 4

b) Zakładka „Przegrody” wymaga wprowadzenia przegród budowlanych w ocenianym budynku:



### I. Strop do nieogrzewanego strychu

Podać współczynniki U przegrody w oparciu o konstrukcję przegrody oraz warstwy materiałowe i ich grubości. Należy wybrać rodzaj przegrody „strop szkieletowy z dodatkowa izolacją termiczną o grubości 5 cm” oraz zaznaczyć grubość izolacji termicznej między krokiewiami 10 [cm] dla wełny mineralnej o  $\lambda=0,035$  [W/mK]. Tak skonstruowana przegroda spełnia obecne wymagania techniczne WT2008 ( $U \leq 0,250$  [W/m<sup>2</sup>K]).

**Rodzaj przegrody**

strop szkieletowy z dodatkową izolacją termiczną o gr. 5 cm

**Konstrukcja przegrody**

Materiał	Grubość [cm]	Wsp. $\lambda$ [W/(m·K)]	
plyty gipsowo-kartonowe	1,25	0,230	
folia paroizolacyjna	0,05	0,230	
wełna mineralna 035	5,00	0,035	
inny producent	wełna mineralna 035	10,00	WT 0,035
folia wiatroizolacyjna	0,05	0,230	
deski	3,00	0,300	

Podaj docelową grubość izolacji między krokiewiami, gdyż program optymalizuje jedynie izolację pod nimi.

**Współczynnik przenikania ciepła - U [W/(m<sup>2</sup>·K)]**

Twojej przegrody: **0,248**

Maksymalny (wg WT2008): **0,250**

### II. Ściana zewnętrzna

Podać współczynniki U przegrody w oparciu o konstrukcję przegrody oraz warstwy materiałowe i ich grubości. Należy wybrać rodzaj przegrody „ściana dwuwarstwowa” oraz typową ścianę dla wybranej grupy „silikat drążony gr. 25 cm z izolacją” oraz zaznaczyć grubość izolacji termicznej 12

[cm] dla płyt styropianowych o  $\lambda=0,040$  [W/mK]. Tak skonstruowana przegroda spełnia obecne wymagania techniczne WT2008 ( $U \leq 0,300$  [W/m<sup>2</sup>K]).

**Rodzaj przegrody**

silikat drażony gr. 25 cm z izolacją

STYROPIAN

**Konstrukcja przegrody**

Materiał	Grubość [cm]	Wsp. $\lambda$ [W/(m·K)]
tynk cementowo-wapienny	1,00	0,820
silikat drażony	25,00	0,750
inny producent <span style="font-size: small;">▼</span> styropian 040 <span style="font-size: small;">▼</span>	12,00 <span style="font-size: small;">↕</span>	WT 0,040
dowolna elewacja, np. tynk cementowo-wapienny	1,00	0,820

**Współczynnik przenikania ciepła - U [W/(m<sup>2</sup>·K)]**

Twojej przegrody: 0,283

Maksymalny (wg WT2008): 0,300

### III. Podłoga na gruncie

Podać współczynniki U przegrody w oparciu o konstrukcję przegrody oraz warstwy materiałowe i ich grubości. Należy wybrać rodzaj przegrody „podłoga na betonie - panel” oraz typową podłogę na gruncie dla wybranej grupy „ podłoga na gruncie na podkładzie betonowym z posadzką z paneli” oraz zaznaczyć grubość izolacji termicznej 10 [cm] dla płyt styropianowych podłogowych o  $\lambda=0,036$  [W/mK]. Tak skonstruowana przegroda spełnia obecne wymagania techniczne WT2008 ( $U \leq 0,500$  [W/m<sup>2</sup>K]).

**Rodzaj przegrody**

podłoga na gruncie na podkładzie betonowym z posadzką z paneli

STYROPIAN

**Konstrukcja przegrody**

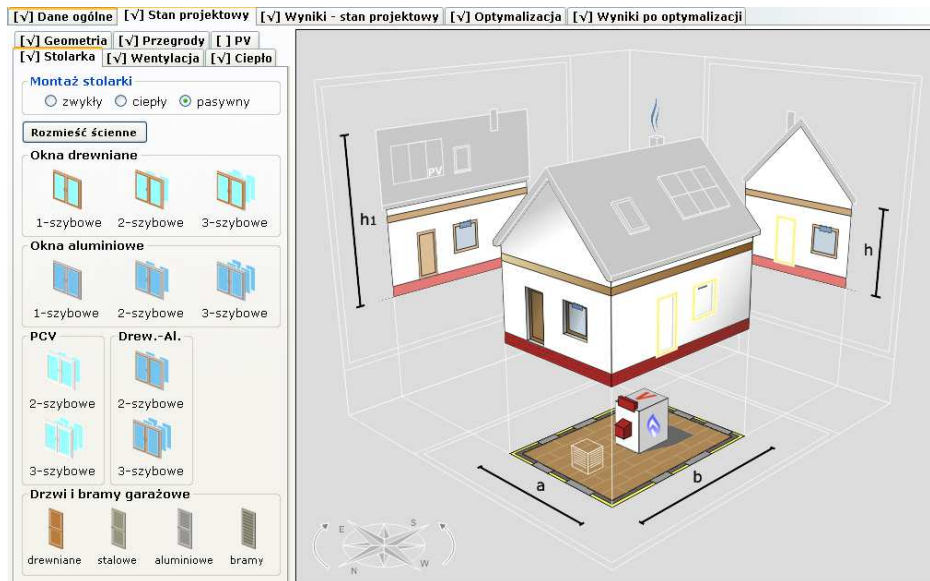
Materiał	Grubość [cm]	Wsp. $\lambda$ [W/(m·K)]
panele podłogowe	0,90	0,400
pianka pod panele	0,30	0,045
podkład z betonu pod posadzkę	5,00	1,400
izolacja wodna	0,05	0,230
inny producent <span style="font-size: small;">▼</span> styropian podłogowy <span style="font-size: small;">▼</span>	10,00 <span style="font-size: small;">↕</span>	WT 0,036
izolacja wodna i paroizolacyjna, np. 2x papa na lepiku	0,50	0,180
chudy beton	10,00	1,000
piasek	10,00	0,400

**Współczynnik przenikania ciepła - U [W/(m<sup>2</sup>·K)]**

Twojej przegrody: 0,290

Maksymalny (wg WT2008): 0,500

c) Zakładka „Stolarka” wymaga wprowadzenia przegród przezroczystych w ocenianym budynku:



### I. Stolarka okienna PCV.

Należy wybrać rodzaj montażu stolarki - pasywny. W programie mamy dwie metody wprowadzania stolarki okiennej.

Metoda pierwsza. Należy wybrać rodzaj przegrody „PCV 2-szybowe” oraz typową stolarkę okienną PCV dla wybranej grupy „PCV pięciokomorowe z wkładką termiczną – dwuszybowe z powłoką emisyjną z szybą  $U_g=1,1$ ” oraz podać geometrię stolarki okiennej poprzez określenie szerokości, wysokości i podania liczby okien. Można też podać łączną powierzchnię okien na fasadzie. Tak skonstruowana przegroda spełnia obecne wymagania techniczne WT2008 ( $U_w \leq 1,8$  [ $W/m^2K$ ]).

Rodzaj okien				Geometria	
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <span>drewniane</span> <span>PCV</span> <span>aluminiowe</span> <span>drew.-al.</span> </div>				wstaw domyślną powierzchnię	
				Wymiar: <input type="text"/>	
PCV pięciokomorowe z wkładką termiczną - dwuszybowe z powłoką emisyjną z szybą $U_g=1,1$				Szerokość: <input type="text" value="17,4"/> m	
Współczynnik przenikania ciepła okna bez ostony - $U_w$ : <input type="text" value="1,3"/> $W/(m^2 \cdot K)$				Wysokość: <input type="text" value="1"/> m	
Oslona przeciwsłoneczna - roleta / okiennice: --- wybierz z listy lub zostaw puste --->				Powierzchnia: <input type="text" value="17,40"/> $m^2$	
Współczynnik przenikania ciepła okna z ostoną - $U_w$ : <input type="text" value="1,30"/> $W/(m^2 \cdot K)$				Liczba: <input type="text" value="1"/>	
Współczynnik przepuszczalności energii całkowitej oszklenia - $g_g$ : <input type="text" value="0,64"/>				Powierzchnia: <input type="text" value="17,4"/> $m^2$	
Współczynnik przepuszczalności energii całkowitej okna - $g_c$ : <input type="text" value="0,64"/> <input type="checkbox"/> zastosuj typową firankę				Wsk. pow.: <input type="text" value="11,74"/> %	

Metoda druga – Rozmieść ściennie. Tym razem wyznaczmy powierzchnię wskaźnikowo suwakiem w zależności od powierzchni użytkowej.

**Rodzaj okien**

drewniane
PCV
aluminiowe
drew.-al.

PCV energooszczędne - dwuszybowe o  $U_w=1,10$   $W/m^2K$  i  $gG=0,63$

Współczynnik przenikania ciepła okna bez osłony -  $U_w$ :   $W/(m^2 \cdot K)$

Osłona przeciwsłoneczna - roleta / okiennice:  
 --- wybierz z listy lub zostaw puste --->

Współczynnik przenikania ciepła okna z osłoną -  $U_w$ : **1,10**  $W/(m^2 \cdot K)$

Współczynnik przepuszczalności energii całkowitej oszklenia -  $gG$ :

Współczynnik przepuszczalności energii całkowitej okna -  $g_c$ : **0,57**  zastosuj typową firankę

---

**Powierzchnia**

Powierzchnia użytkowa budynku: 148,15 m<sup>2</sup>

Stosunek powierzchni okien do budynku:  %

Powierzchnia okien: **17,78** m<sup>2</sup>

Powierzchnia ścian: 200,88 m<sup>2</sup>

	10,37 % 4,44 m <sup>2</sup>		10,81 % 6,22 m <sup>2</sup>
	42,86 m <sup>2</sup>		57,58 m <sup>2</sup>
	4,63 % 2,67 m <sup>2</sup>		10,37 % 4,44 m <sup>2</sup>
	57,58 m <sup>2</sup>		42,86 m <sup>2</sup>

## II. Stolarka drzwiowa.

Należy wpisać typ drzwi, podać pożądaną przez nas współczynnik  $U=1,5$  oraz geometrię stolarki drzwiowej poprzez określenie szerokości, wysokości i podania liczby drzwi. Można też podać łączną powierzchnię drzwi na fasadzie. Tak skonstruowana przegroda spełnia obecne wymagania techniczne WT2008 ( $U_w \leq 2,6$  [ $W/m^2K$ ]).

**Rodzaj drzwi**

drewniane niskoenergetyczne

Współczynnik przenikania ciepła -  $U$ :   $W/(m^2 \cdot K)$

---

**Geometria**

**wstaw domyślną powierzchnię**

Wymiar:

Szerokość:  m

Wysokość:  m

Powierzchnia: 7,91 m<sup>2</sup>

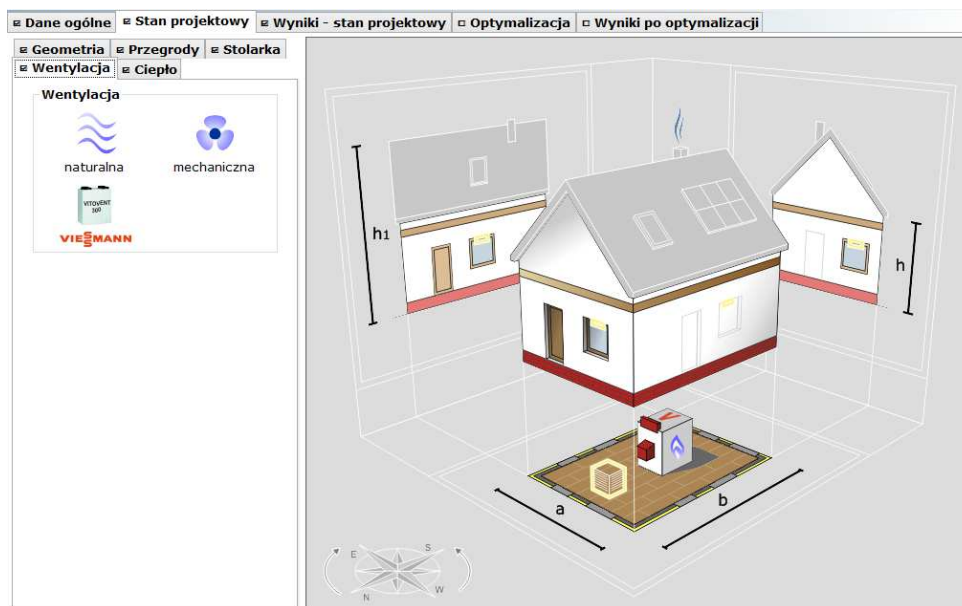
Liczba:

Powierzchnia:  m<sup>2</sup>

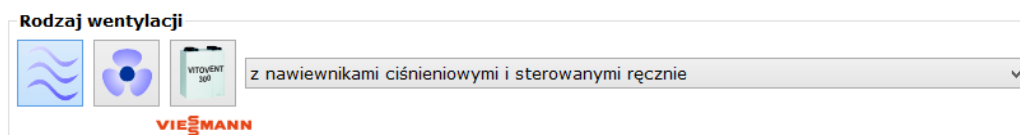
Wsk. pow.: 5,34 %

**Uwaga:** Prawy przycisk myszy służy do usuwania przegród stolarki okiennej i drzwiowej.

d) Zakładka „Wentylacja” wymaga określenia sposobu wentylowania pomieszczeń w budynku.

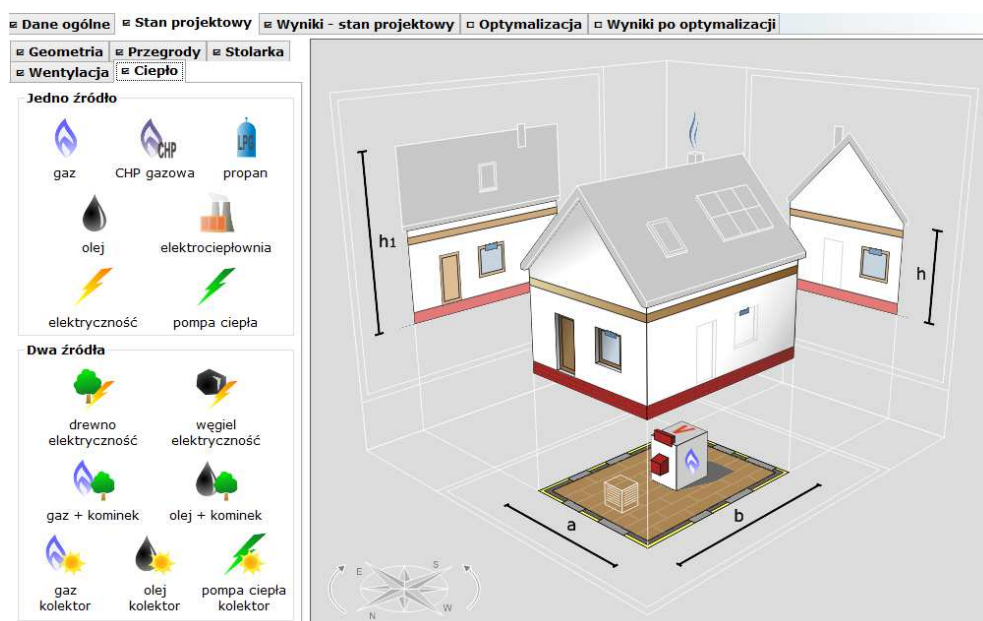


W omawianym przykładzie wybrano wentylację naturalną realizowaną przez nawiewniki okienne ciśnieniowe sterowane ręcznie.



e) Zakładka „Ciepło” wymaga zdefiniowania źródła ciepła w ocenianym budynku.

Program umożliwia wybór nośnika energii z dwóch grup ikon reprezentujących źródła ciepła na ogrzewanie i ciepłą wodę użytkową. Pierwsza grupa zawiera układy jednoźródłowe, natomiast druga grupa – układy dwuźródłowe.



Należy wprowadzić kocioł gazowy kondensacyjny firmy Viessmann o parametrach grzewczych 70/55°C, pracujący również na cele przygotowania ciepłej wody użytkowej.

Źródła ciepła na c.o. i c.w.u.

Pierwsze źródło ciepła

kocioł gazowy kondensacyjny VIESSMANN, instalacja grzejnikowa, np. 70/55

Cena paliwa: 2,20 zł/m<sup>3</sup>

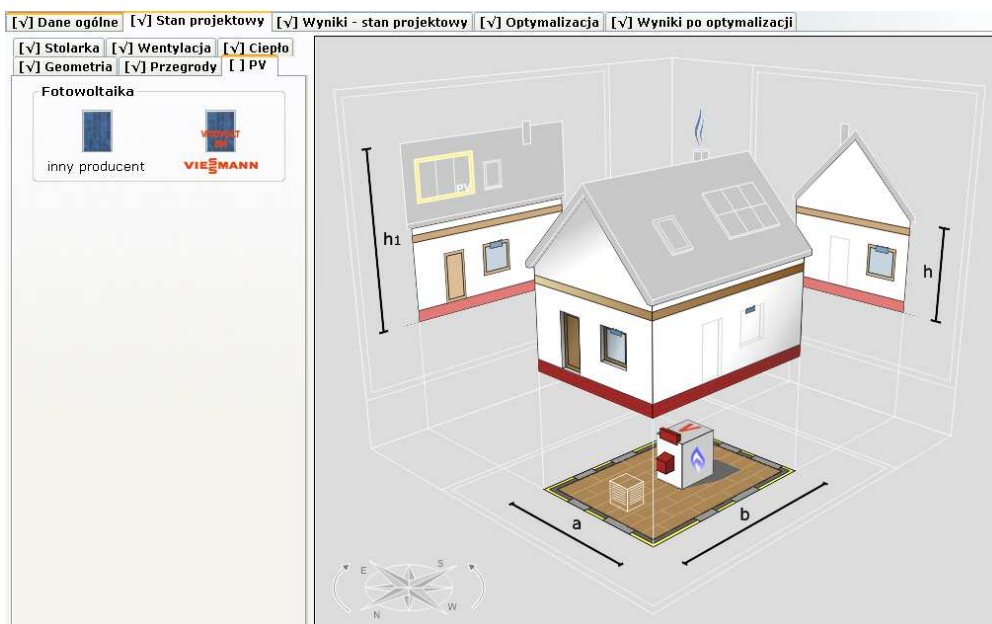
Urządzenia pomocnicze - energia elektryczna

Cena energii: 0,50 zł/kWh

Każdy nośnik energii ma przypisany jednostkowy cenę paliwa, oraz jednostkową cenę energii elektrycznej wykorzystywanej do napędów urządzeń pomocniczych (np. pomy obiegowe c.o., pompy cyrkulacyjne c.w.u., układy sterowania urządzeniami grzewczymi, itp.)

**Uwaga:** Istnieje możliwość edycji kosztów jednostkowych ceny paliwa po wybraniu odpowiedniego nośnika energii, poprzez zaznaczenie pola oraz ręczne wpisanie kosztów jednostkowych.

f) Zakładka „PV” wymaga zdefiniowania fotowoltaiki w ocenianym budynku.



Wybieramy panele PV „monokrystaliczne” oraz cel produkcji energii „sprzedaż do sieci”. Następnie lokalizację „dach”, kąt nachylenia „45”, orientację „E” oraz zacienienie „0”. Powierzchnie paneli przyjmujemy 15m<sup>2</sup>. Po uzupełnieniu wszystkich danych program wyznacza korzyści energetyczne i finansowe z zaprojektowanej instalacji.



**System PV**

monokrystaliczny
 ▼

Cel produkcji energii:
  sprzedaż do sieci
  potrzeby własne

**Panele PV**

**Lokalizacja**

dach
  ściana
  grunt

rozważ nachylenia alternatywne

nachylenie 0°

Kąt nachylenia: 45 °

Orientacja: E

Nastłonecznienie: 949 kWh/m<sup>2</sup>/rok

**Zacienienie - kąt wzniesienia**

Nastłonecznienie efektywne: 949 kWh/m<sup>2</sup>/rok

**Pole powierzchni**

automatycznie
  samodzielnie

15 m<sup>2</sup>

**Efektywność energetyczna**

Moc: 2,1 kW  
 Energia: 1779,7 kWh/rok

**Dochody [zł/rok]**

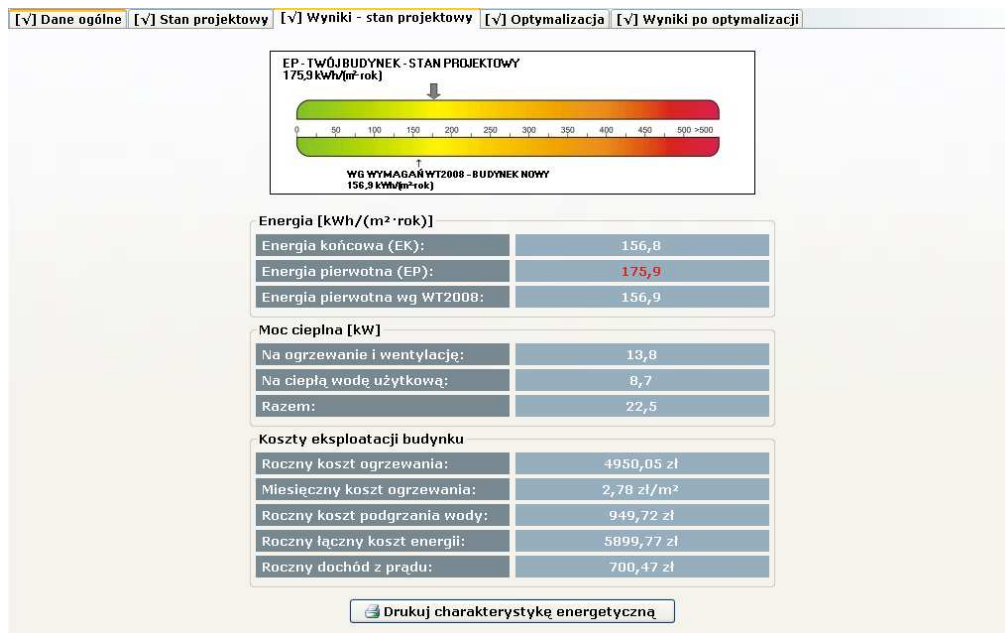
	<u>BRUTTO</u>	<u>NETTO</u>
Sprzedaż energii elektrycznej do sieci po cenie 0,19 zł/kWh:	338,14	277,27
Dochód z certyfikatów przy cenie 0,29 zł/kWh:	516,10	423,20
Razem:	<b>854,24</b>	<b>700,47</b>

Ceny skupu prądu (0,19 zł/kWh) i certyfikatów (0,29 zł/kWh) oraz stawkę podatku dochodowego (18%) koryguje się w oknie Parametry ekonomiczne.

### 3. WYNIKI – STAN AKTUALNY

Zakładka „Stan aktualny” obrazuje wynik bilansu energetycznego ocenianego budynku oraz podaje szacunkowe koszty ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej.

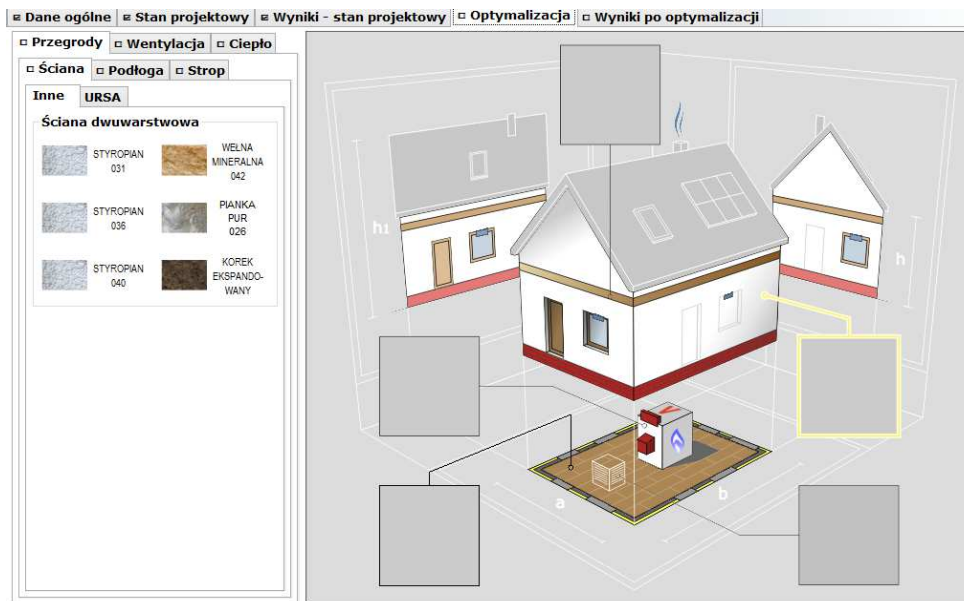
**WNIOSKI:** Oceniany budynek pomimo dobrej izolacyjności cieplnej ścian zewnętrznych (współczynniki U przegród spełniają WT2008) nie dotrzymuje warunków współczynnika EP dla budynków nowoprojektowanych. Szacunkowa łączna moc cieplna wynosi 22,5 [kW], średnie roczne koszty ogrzewania wynoszą 4950,05 [zł], a średnie roczne łączne koszty energii wynoszą 5899,77 [zł]. Roczny dochód z prądu wynosi 700,47 [zł].



**Uwaga:** Dodatkowo możliwy jest wydruk certyfikatu energetycznego do w formacie PDF, który generuje się za pomocą przycisku „Drukuj certyfikat energetyczny”.

#### 4. OPTIMALIZACJA

Zakładka „Optymalizacja” umożliwia modelowanie budynku pod względem zużycia energii oraz kosztów związanych z ogrzewaniem i przygotowaniem ciepłej wody użytkowej.



**Uwaga:** Prawy przycisk myszy służy do usuwania ocieplenia (docieplenia) przegród.

Dzieli się na:

- a) Zakładka „Przegrody” zawiera wszystkie przegrody zewnętrzne przypisane do budynku w bilansie energetycznym, które można w optymalizować poprzez ocieplenie lub docieplenie.
  - I. Docieplenie ściany zewnętrznej (sprawdzenie doboru optymalnego materiału dociepleniowego z uwzględnieniem zmiany materiału izolacyjnego).

**Uwaga:** W przypadku budynków projektowanych program automatycznie przyjmuje, że materiał dociepleniowy w optymalizacji jest taki sam, jak w stanie projektowym. Można go jednak zmienić i tym samym wykonać optymalizację porównawczą, odpowiadającą np. na pytanie: „jaka jest

optymalna grubość styropianu o  $\lambda=0,031$  [W/mK] w porównaniu do 12 cm styropianu o  $\lambda=0,040$  [W/mK] i jaka jest opłacalność takiego przedsięwzięcia?”. W takim przypadku styropian o  $\lambda=0,031$  [W/mK] jest materiałem alternatywnym, natomiast styropianu o  $\lambda=0,040$  [W/mK] – materiałem w projekcie. Stan projektowy zakładał ocieplenie ściany zewnętrznej styropianem o  $\lambda=0,040$  [W/mK], należy wybrać inny materiał dociepleniowy (np. styropian o  $\lambda=0,031$  [W/mK]) aby określić opłacalność inwestycji dla dwóch różnych materiałów izolacyjnych.

MATERIAŁ W PROJEKCIE	MATERIAŁ ALTERNATYWNY
<b>Materiał dociepleniowy</b> inny producent <b>styropian 040</b> Współczynnik przewodzenia ciepła - $\lambda$ : <b>0,040</b> W/(m·K)	<b>Materiał dociepleniowy</b> inny producent styropian 031 Współczynnik przewodzenia ciepła - $\lambda$ : <b>0,031</b> W/(m·K)
<b>Opis materiału</b> Styropian standardowy o lambda 0,040 W/mK.	<b>Opis materiału</b> Styropian z grafitem o lambda 0,031 W/mK.
<b>Koszt docieplenia</b> Cena zakupu materiału dociepleniowego (brutto): 145 zł/m <sup>3</sup> Zawarta w programie cena jest wartością orientacyjną, która może różnić się w zależności od miejsca oraz czasu dokonania zakupu. W razie otrzymania innej ceny w punkcie zakupu podaj realną wartość w zł/m <sup>3</sup> brutto. Cena wykonania docieplenia (brutto): 118,75 zł/m <sup>2</sup> Orientacyjny koszt robocizny obejmuje ułożenie płyt izolacyjnych. Jeśli w Twoim przypadku koszt różni się od podanej ceny, to wpisz w to pole właściwą kwotę.	<b>Koszt docieplenia</b> Cena zakupu materiału dociepleniowego (brutto): 200 zł/m <sup>3</sup> Zawarta w programie cena jest wartością orientacyjną, która może różnić się w zależności od miejsca oraz czasu dokonania zakupu. W razie otrzymania innej ceny w punkcie zakupu podaj realną wartość w zł/m <sup>3</sup> brutto. Cena wykonania docieplenia (brutto): 118,75 zł/m <sup>2</sup> Orientacyjny koszt robocizny obejmuje ułożenie płyt izolacyjnych. Jeśli w Twoim przypadku koszt różni się od podanej ceny, to wpisz w to pole właściwą kwotę.
<b>Trwałość rozwiązania</b> <input checked="" type="radio"/> jak dla budynku <input type="radio"/> domyślna dla rodzaju przegrody } 20 lat(a) <input type="radio"/> inna	

**II. Docieplenie stropu pod poddaszem nieogrzewanym (sprawdzenie doboru optymalnego materiału dociepleniowego z uwzględnieniem zmiany materiału izolacyjnego).**

Stan projektowy zakładał ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem wełną mineralną o  $\lambda=0,035$  [W/mK], należy wybrać inny materiał dociepleniowy (np. wełna mineralna o  $\lambda=0,039$  [W/mK]) aby określić opłacalność inwestycji dla dwóch różnych materiałów izolacyjnych.

MATERIAŁ W PROJEKCIE	MATERIAŁ ALTERNATYWNY
<b>Materiał dociepleniowy</b> inny producent <b>wełna mineralna 035</b> Współczynnik przewodzenia ciepła - $\lambda$ : <b>0,035</b> W/(m·K)	<b>Materiał dociepleniowy</b> inny producent wełna mineralna 039 Współczynnik przewodzenia ciepła - $\lambda$ : <b>0,039</b> W/(m·K)
<b>Opis materiału</b> Wełna mineralna o lambda 0,035 W/mK.	<b>Opis materiału</b> Wełna mineralna o lambda 0,039 W/mK.
<b>Koszt docieplenia</b> Cena zakupu materiału dociepleniowego (brutto): 310 zł/m <sup>3</sup> Zawarta w programie cena jest wartością orientacyjną, która może różnić się w zależności od miejsca oraz czasu dokonania zakupu. W razie otrzymania innej ceny w punkcie zakupu podaj realną wartość w zł/m <sup>3</sup> brutto. Cena wykonania docieplenia (brutto): 66,50 zł/m <sup>2</sup> Orientacyjny koszt robocizny obejmuje ułożenie materiału izolacyjnego. Jeśli w Twoim przypadku koszt różni się od podanej ceny, to wpisz w to pole właściwą kwotę.	<b>Koszt docieplenia</b> Cena zakupu materiału dociepleniowego (brutto): 270 zł/m <sup>3</sup> Zawarta w programie cena jest wartością orientacyjną, która może różnić się w zależności od miejsca oraz czasu dokonania zakupu. W razie otrzymania innej ceny w punkcie zakupu podaj realną wartość w zł/m <sup>3</sup> brutto. Cena wykonania docieplenia (brutto): 66,50 zł/m <sup>2</sup> Orientacyjny koszt robocizny obejmuje ułożenie materiału izolacyjnego. Jeśli w Twoim przypadku koszt różni się od podanej ceny, to wpisz w to pole właściwą kwotę.
<b>Trwałość rozwiązania</b> <input checked="" type="radio"/> jak dla budynku <input type="radio"/> domyślna dla rodzaju przegrody } 20 lat(a) <input type="radio"/> inna	

**III. Docieplenie podłogi na gruncie (sprawdzenie doboru optymalnego materiału dociepleniowego z uwzględnieniem zmiany materiału izolacyjnego).**

Stan projektowy zakładał ocieplenie podłogi na gruncie styropianem podłogowym o  $\lambda=0,036$  [W/mK], należy wybrać inny materiał dociepleniowy (np. płyta poliuretanowa o  $\lambda=0,027$  [W/mK]) aby określić opłacalność inwestycji dla dwóch różnych materiałów izolacyjnych.

MATERIAŁ W PROJEKCIE	MATERIAŁ ALTERNATYWNY
<p><b>Materiał dociepleniowy</b></p> <p>inny producent </p> <p><b>styropian podłogowy</b></p> <p>Współczynnik przewodzenia ciepła - <math>\lambda</math>: <b>0,036</b> W/(m·K)</p> <div style="border: 1px solid #ccc; display: inline-block; padding: 2px; margin-top: 5px;">STYROPIAN</div>	<p><b>Materiał dociepleniowy</b></p> <p>inny producent <span style="float: right;"></span></p> <p>plyta poliuretanowa</p> <p>Współczynnik przewodzenia ciepła - <math>\lambda</math>: <b>0,027</b> W/(m·K)</p> <div style="border: 1px solid #ccc; display: inline-block; padding: 2px; margin-top: 5px;">PLYTA POLIURETANOWA</div>
<p><b>Opis materiału</b></p> <p>Styropian podłogowy o lambda 0,036 W/mK.</p>	<p><b>Opis materiału</b></p> <p>Płyta poliuretanowa natryskowa.</p>
<p><b>Koszt docieplenia</b></p> <p>Cena zakupu materiału dociepleniowego (brutto): <input type="text" value="165"/> zł/m<sup>3</sup></p> <p><small>Zawarta w programie cena jest wartością orientacyjną, która może różnić się w zależności od miejsca oraz czasu dokonania zakupu. W razie otrzymania innej ceny w punkcie zakupu podaj realną wartość w zł/m<sup>3</sup> brutto.</small></p> <p>Cena wykonania docieplenia (brutto): <input type="text" value="109,25"/> zł/m<sup>2</sup></p> <p><small>Orientacyjny koszt robocizny obejmuje ułożenie płyt izolacyjnych. Jeśli w Twoim przypadku koszt różni się od podanej ceny, to wpisz w to pole właściwą kwotę.</small></p>	<p><b>Koszt docieplenia</b></p> <p>Cena zakupu materiału dociepleniowego (brutto): <input type="text" value="980"/> zł/m<sup>3</sup></p> <p><small>Zawarta w programie cena jest wartością orientacyjną, która może różnić się w zależności od miejsca oraz czasu dokonania zakupu. W razie otrzymania innej ceny w punkcie zakupu podaj realną wartość w zł/m<sup>3</sup> brutto.</small></p> <p>Cena wykonania docieplenia (brutto): <input type="text" value="109,25"/> zł/m<sup>2</sup></p> <p><small>Orientacyjny koszt robocizny obejmuje ułożenie izolacji PUR. Jeśli w Twoim przypadku koszt różni się od podanej ceny, to wpisz w to pole właściwą kwotę.</small></p>
<p><b>Trwałość rozwiązania</b></p> <p> <input checked="" type="radio"/> jak dla budynku                 <span style="margin-left: 100px;">} <input type="text" value="20"/> lat(a)</span> </p> <p> <input type="radio"/> domyślna dla rodzaju przegrody                 </p> <p> <input type="radio"/> inna                 </p>	

**Uwaga:** W takim układzie zawsze należy pamiętać o skorygowaniu cen zakupu i wykonania docieplenia dla obydwu materiałów, przy czym niebieski przycisk przy materiale w projekcie służy do przywrócenia domyślnych cen dla tegoż materiału. Jest on szczególnie istotny w przypadku, gdy zmieniamy materiał w projektowej konstrukcji przegrody i następnie wracamy do okna służącego dociepleniu przegrody.

**IV. Zakładka „Wentylacja” służy do wprowadzenia informacji o alternatywnym systemie wentylacji, którego zastosowanie rozważane jest w ocenianym budynku.**

W budynkach projektowanych nakłady inwestycyjne określa się zarówno dla stanu docelowego, jak i projektowego. Dzięki temu program jest w stanie automatycznie obliczyć i przyjąć na potrzeby optymalizacji różnicę nakładów między stanem docelowym, a projektowym. Należy wybrać rodzaj wentylacji w stanie docelowym; w tym przypadku wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła (sprawność odzysku ciepła  $\eta=65\%$ ).

**Uwaga:** Nakłady inwestycyjne stanu projektowego oraz docelowego przypisane są automatycznie do wyceny inwestycji; można je modyfikować.

Dane ogólne
  Stan projektowy
  Wyniki - stan projektowy
  Optymalizacja
  Wyniki po optymalizacji

Przegrody
  Wentylacja
  Ciepło

**Jedno źródło**

gaz    CHP gazowa    propan  
 olej    elektrociepłownia  
 elektryczność    pompa ciepła

**Dwa źródła**

drewno elektryczność    węgiel elektryczność  
 gaz kominiek    olej kominiek  
 gaz kolektor    olej kolektor    pompa ciepła kolektor

**Uwaga:** Prawy przycisk myszy służy do usuwania optymalizacji wentylacji.

Powierzchnia użytkowa budynku: **148,15** m<sup>2</sup>

**Wentylacja - stan projektowy**



z nawiewnikami ciśnieniowymi i sterowanymi ręcznie  
wymiana powietrza: **530,36** m<sup>3</sup>/h

**Nakłady inwestycyjne**

Nawiewniki:	<input type="text" value="2,60"/>	zł/m <sup>3</sup> =	<b>1378,93</b> zł	} <b>9527,18</b> zł	
Kominy:	<input type="text" value="55,00"/>	zł/m <sup>2</sup> =	<b>8148,25</b> zł		

**Wentylacja - stan docelowy**



mechaniczna z rekuperatorem o  $\eta=65\%$

wymiana powietrza: **495,00** m<sup>3</sup>/h

**VIESSMANN**

**Nakłady inwestycyjne**

System:	<input type="text" value="24,82"/>	zł/m <sup>3</sup> =	<b>12285,92</b> zł	} <b>31182,67</b> zł (z czyszczeniem instalacji)	
Kanały:	<input type="text" value="105,00"/>	zł/m <sup>2</sup> =	<b>15555,75</b> zł		
Wymiennik gruntowy:	<input type="text" value="0,00"/>	zł/m <sup>2</sup> =	<b>0,00</b> zł		

**Trwałość rozwiązania**

jak dla budynku
  domyślna dla typu wentylacji
  określona indywidualnie **20** lat(a)

**Różnica nakładów między stanem docelowym a projektowym**

Nawiewniki / system:	<b>22,22</b> zł/m <sup>3</sup> =	<b>10906,99</b> zł	} <b>21655,49</b> zł (z czyszczeniem instalacji)
Kominy / kanały:	<b>50,00</b> zł/m <sup>2</sup> =	<b>7407,50</b> zł	
Wymiennik gruntowy:	<b>0,00</b> zł/m <sup>2</sup> =	<b>0,00</b> zł	

V. Zakładka „Ciepło” służy do wprowadzenia informacji o alternatywnym systemie grzewczym, którego zastosowanie rozważa się w analizowanym budynku.

W ramce „Stan projektowy/aktualny” program podaje rodzaj systemu grzewczego oraz ceny paliw i energii elektrycznej w stanie przed optymalizacją. W ramce „Stan docelowy” należy zaznaczyć nowe dwuźródłowe ciepło, np. pompa ciepła z kolektorami słonecznymi, a następnie (o ile to konieczne) skorygować ceny paliw i energii elektrycznej.

Dane ogólne
  Stan projektowy
  Wyniki - stan projektowy
  Optymalizacja
  Wyniki po optymalizacji

Przegrody
  Wentylacja
  Ciepło

**Jedno źródło**

gaz
  CHP gazowa
  propan

olej
  elektrociepłownia

elektryczność
  pompa ciepła

**Dwa źródła**

drewno
  węgiel

elektryczność
  elektryczność

gaz kominiek
  olej kominiek

gaz kolektor
  olej kolektor
  pompa ciepła kolektor

**Uwaga:** Prawy przycisk myszy służy do usuwania optymalizacji ciepła.

Moc cieplna [kW] - stan docelowy (do nakładów inwestycyjnych)		Moc kogeneracji (CHP) [kW]		Powierzchnia użytkowa budynku: 148,15 m <sup>2</sup>
Na ogrzewanie i wentylację:	8,3	Stan projektowy:	0,0	
Na ciepłą wodę użytkową:	8,7	Stan docelowy:	0,0	

**Źródła ciepła**  Nakłady inwestycyjne

**Stan projektowy**

**Źródła ciepła na c.o. i c.w.u.**

kocioł gazowy kondensacyjny  
 VIESSMANN na c.o. i c.w.u., instalacja  
 grzejnikowa, np. 70/55

**VIESSMANN**

**Pierwsze źródło ciepła**

kocioł gazowy kondensacyjny VIESSMANN, instalacja grzejnikowa, np. 70/55

Cena paliwa: 2,20 zł/m<sup>3</sup>  CO<sub>2</sub>  CH<sub>4</sub>

**Urządzenia pomocnicze - energia elektryczna**

Cena energii: 0,50 zł/kWh  U.P.

**Stan docelowy**

**Źródła ciepła na c.o. i c.w.u.**

gaz
  CHP
  propan
  olej
  elektrociepłownia
  elektryczność
  pompa ciepła

drewno
  węgiel
  elektryczność
  gaz kominiek
  olej kominiek
  gaz kolektor
  olej kolektor
  pompa ciepła kolektor

pompa ciepła i kolektor

**Pierwsze źródło ciepła**

pompa ciepła, wymiennik gruntowy poziomy

Cena energii: 0,65 zł/kWh  CO<sub>2</sub>  CH<sub>4</sub>  U.P.

**Drugie źródło ciepła**

kolektory słoneczne  CH<sub>4</sub>

**Trwałość rozwiązania**

jak dla budynku
  domyślna dla rozwiązania
  określona indywidualnie

} 20 lat(a)

W zakładce „Nakłady inwestycyjne” określa się dla stanu projektowego i docelowego. Dzięki temu program jest w stanie automatycznie obliczyć i przyjąć na potrzeby optymalizacji różnicę nakładów między stanem docelowym, a projektowym. W razie potrzeby należy skorygować ceny jednostkowe odczytane przez program z bazy danych.

**Uwaga:** Niebieski przycisk służy do przywracania cen bazodanowych.

<b>Moc ciepła [kW] - stan docelowy (do nakładów inwestycyjnych)</b> Na ogrzewanie i wentylację: <b>8,3</b> Na ciepłą wodę użytkową: <b>8,7</b> <b>17,0</b>	<b>Moc kogeneracji (CHP) [kW]</b> Stan projektowy: <b>0,0</b> Stan docelowy: <b>0,0</b>	Powierzchnia użytkowa budynku: <b>148,15 m<sup>2</sup></b>
Źródła ciepła    Nakłady inwestycyjne		
<b>Stan projektowy</b>		
Źródła ciepła:	825,00 zł/kW c.o. =	6872,46 zł
Instalacja:	750,00 zł/kW c.o. =	6247,69 zł
Przygotowanie c.w.u.:	95,00 zł/m <sup>2</sup> =	14074,25 zł
Przygotowanie c.w.u.:	577,50 zł/kW c.w.u. =	5035,24 zł
		<b>32229,64 zł</b>
<b>Stan docelowy</b>		
Źródła ciepła:	3685,00 zł/kW c.o. =	30696,97 zł
Instalacja:	1200,00 zł/kW c.o. =	9996,30 zł
Przygotowanie c.w.u.:	95,00 zł/m <sup>2</sup> =	14074,25 zł
Przygotowanie c.w.u.:	473,00 zł/kW c.w.u. =	4124,10 zł
Kolektory słoneczne:	2420,00 zł/kW c.w.u. =	21100,06 zł
		<b>79991,68 zł</b>
<b>Różnica nakładów między stanem docelowym a projektowym</b>		
Źródła ciepła:	2860,00 zł/kW c.o. =	23824,52 zł
Instalacja:	450,00 zł/kW c.o. =	3748,61 zł
Przygotowanie c.w.u.:	0,00 zł/m <sup>2</sup> =	0,00 zł
Przygotowanie c.w.u.:	-104,50 zł/kW c.w.u. =	-911,14 zł
Kolektory słoneczne:	2420,00 zł/kW c.w.u. =	21100,06 zł
Kogenerator (CHP):	0,00 zł/kW c.h.p. =	0,00 zł
		<b>47762,05 zł</b>

**Uwaga:** Odczytywane z bazy danych ceny są również automatycznie korygowane o współczynniki zależne od mocy cieplnej. Uwzględniają one fakt, iż ceny jednostkowe w budynkach o dużej mocy cieplnej są mniejsze niż w budynkach o małej mocy.

## 5. WYNIKI PO OPTIMALIZACJI

Wprowadzony bilans energetyczny oraz optymalizacja przegród i systemu grzewczego pozwala na ocenę energetyczną budynku poprzez generację końcowych wyników założeń projektowych. Zakładka „Wyniki po optymalizacji” dzieli się na podzakładki reprezentujące szczegółowe wyniki poszczególnych ulepszeń.

W czasie generowania wyników optymalizacji, program informuje o zmianie mocy zapotrzebowania w ciepło budynku, którą należy zweryfikować, ze względu na docieplenie przegród oraz modernizację systemu wentylacji.

? Wycena ulepszenia systemu grzewczego została wykonana w oparciu o nieaktualne moce. Czy chcesz ją zweryfikować?

a) Zakładka „Budynek” prezentuje porównanie parametrów energetycznych (zapotrzebowanie na energię oraz moc cieplną) oraz ekonomicznych (koszty eksploatacji) budynku przez optymalizacją i po optymalizacji, czyli z uwzględnieniem WSZYSTKICH wprowadzonych ulepszeń (także tych, które okazały się nieoptymalne).

**WNISOKI:** Budynek poddany analizie porównawczej pod względem zastosowania alternatywnych materiałów izolacyjnych dla przegród budowlanych, wprowadzenia wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła oraz źródła ciepła – pompy ciepła i kolektorów słonecznych, spełnia wymagania prawne WT2008 dla izolacyjności cieplnej przegród oraz wskaźnika EP. Dodatkowo zastosowanie alternatywnych rozwiązań w projektowanym budynku przyniesie oszczędności kosztów energii w czasie eksploatacji budynku, np. spadek o 62% rocznych łącznych kosztów energii.

[v] Budynek [v] Przegrody [v] Wentylacja [v] Ciepło

EP - TWÓJ BUDYNEK - STAN PROJEKTOWY  
175,9 kWh/(m<sup>2</sup>·rok)

WG WYMAGAŃ WT2008 - BUDYNEK NOWY  
156,9 kWh/(m<sup>2</sup>·rok)

EP - TWÓJ BUDYNEK - PO OPTYMALIZACJI  
66,3 kWh/(m<sup>2</sup>·rok)

WG WYMAGAŃ WT2008 - BUDYNEK NOWY  
156,9 kWh/(m<sup>2</sup>·rok)

	Stan projektowy	Po optymalizacji		Oszczędność
<b>Energia [kWh/(m<sup>2</sup>·rok)]</b>				
Energia końcowa (EK):	156,8	39,1	117,8	75 %
Energia pierwotna (EP):	175,9	66,3	109,6	62 %
Energia pierwotna wg WT2008:	156,9			
<b>Moc cieplna [kW]</b>				
Na ogrzewanie i wentylację:	13,8	8,3	5,5	40 %
Na ciepłą wodę użytkową:	8,7			
Razem:	22,5	17,0	5,5	25 %
<b>Koszty eksploatacji budynku</b>				
Roczny koszt ogrzewania:	4950,05 zł	1785,95 zł	3164,10 zł	64 %
Miesięczny koszt ogrzewania:	2,78 zł/m <sup>2</sup>	1,00 zł/m <sup>2</sup>	1,78 zł/m <sup>2</sup>	
Roczny koszt podgrzania wody:	949,72 zł	437,77 zł	511,95 zł	54 %
Roczny łączny koszt energii:	5899,77 zł	2223,72 zł	3676,05 zł	62 %
Roczny dochód z prądu:	700,47 zł	700,47 zł	0,00 zł	0 %

b) Zakładka „Przegrody” prezentuje szczegółowe wyniki optymalnego doboru ocieplenia dla ścian, dachu/stropodachu, stropu, podłogi na gruncie.

### I. Ściana zewnętrzna

☐ Dane ogólne ☐ Stan projektowy ☐ Wyniki - stan projektowy ☐ Optymalizacja ☐ Wyniki po optymalizacji

☐ Budynek ☐ Przegrody ☐ Wentylacja ☐ Ciepło

Przegroda: ściana zewnętrzna - silikat drażony gr. 25 cm z izolacją

Wykres NPV - grubość

d [cm]	U [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	Nu [zł/m <sup>2</sup> ]	NPV [zł/m <sup>2</sup> ]
20	0,143	25,55	45,08
21	0,137	27,90	45,92
22	0,131	30,25	46,49
23	0,126	32,60	46,82
<b>24</b>	<b>0,121</b>	<b>34,95</b>	<b>46,94</b>
25	0,116	37,30	46,88
26	0,112	39,65	46,65
27	0,108	42,00	46,27
28	0,105	44,35	45,76
29	0,101	46,70	45,13

Wykres NPV - czas

Czas [lat(a)]	NPV [zł]
16	3774,89
17	4464,56
18	5174,22
19	5904,45
<b>20</b>	<b>6655,85</b>
21	7429,02
22	8224,61
23	9043,26
24	9885,64
25	10752,43

**Materiał izolacyjny**

styropian 031

Współczynnik λ: 0,031 W/(m·K)

Optymalna grubość: 24 cm

Nakłady: 4955,71 zł

**Straty przed**

3585 kWh/rok

739,97 zł/rok

**Straty po**

1529 kWh/rok

315,66 zł/rok

**Oszczędności**

2056 kWh/rok

424,31 zł/rok

57 %

**Efektywność ekonomiczna**

SPBT: 11,7 lat(a)

DPBT: 10,0 lat(a)

NPV: 6655,85 zł

**Wsp. przenikania ciepła - U [W/(m<sup>2</sup>·K)]**

Stan projektowy: 0,283

Maksymalny wg WT2008: 0,300

Z optymalnym dociepleniem: 0,121

**Podsumowanie**

Docieplenie przegrody typu silikat drażony gr. 25 cm z izolacją materiałem styropian 031 o gr. 24 cm zamiast 12 cm materiału styropian 040 przyniesie zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie o 2056 kWh rocznie, tj. o 424,31 zł (57 %), co przy jej zakładanej trwałości na poziomie 20 lat przyniesie 8486,20 zł oszczędności.

Dodatnia wartość NPV (6655,85 zł w kontekście całej przegrody) - przy przyjętych parametrach technicznych i ekonomicznych - świadczy o ekonomicznej opłacalności przedsięwzięcia.

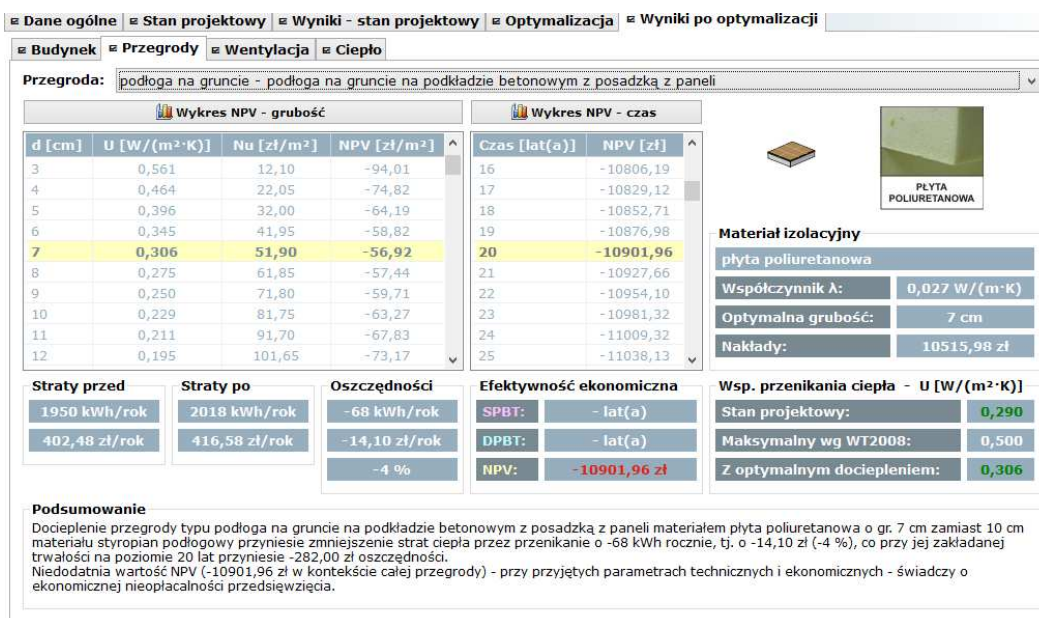
**WNIOSKI:** Wartość optymalnej grubości izolacji ściany zewnętrznej wynosi 24 [cm] dla styropianu o  $\lambda=0,031$  [W/mK] i jest wyróżniona żółtym tłem. Wartość maksymalna NPV jest wartością optymalną, która wynosi 46,94 [zł/m<sup>2</sup>]. Ważniejsze wyliczenia, które można odczytać z wyników optymalizacji:

- dynamiczny czas zwrotu inwestycji zakłada po 10 latach użytkowania budynku (wskaźnik DPBT-kolor niebieski) pierwsze dodatnie korzyści,
- prosty czas zwrotu inwestycji zakłada zwrot poniesionych nakładów po 11,7 latach użytkowania budynku (wskaźnik SPBT-kolorem różowy),



- po 20 latach użytkowania budynku inwestycja przyniesie oszczędności rzędu 8486,20 [zł] (roczne oszczędności energii pomnożone przez trwałość inwestycji),
- roczne oszczędności energii zmniejszą się o 57% w stosunku do stanu projektowanego,
- dodatkowe nakłady pieniężne związane z zastosowaniem alternatywnych materiałów izolacyjnych, nowego źródła ciepła i systemu wentylacji mechanicznej wynoszą 4955,71 [zł].

## II. Podłoga na gruncie



**WNIOSKI:** Wartość optymalnej grubości izolacji podłogi na gruncie wynosi 7 [cm] dla płyty poliuretanowej o  $\lambda=0,027$  [W/mK] i jest wyróżniona żółtym tłem. Wartość maksymalna NPV jest wartością optymalną, która wynosi -56,92 [zł/m<sup>2</sup>], a więc inwestycja jest nieopłacalna. Ważniejsze wyliczenia, które można odczytać z wyników optymalizacji:

- po 20 latach użytkowania budynku inwestycja przyniesie straty rzędu 282,00 [zł] (roczne oszczędności energii pomnożone przez trwałość inwestycji),
- dodatkowe nakłady pieniężne związane z zastosowaniem alternatywnych materiałów izolacyjnych, nowego źródła ciepła i systemu wentylacji mechanicznej wynoszą 10515,98 [zł].

**Uwaga:** W przypadku podłóg na gruncie wartość NPV w ramce „Efektywność ekonomiczna” nie zgadza się z wartością NPV z lewej tabelki pomnożoną przez powierzchnię przełogi, gdyż współczynnik U podłogi przyjęty do obliczenia strat ciepła jest inny od tzw. konstrukcyjnego współczynnika U, podlegającego optymalizacji. Właściwa jest wartość NPV z ramki „Efektywność ekonomiczna”.

**Uwaga:** W budynkach nowych oszczędności i nakłady inwestycyjne liczone są w odniesieniu do stanu projektowego. Nie powinna zatem dziwić ujemna wartość tychże nakładów w sytuacji, gdy grubość izolacji w stanie projektowym przewyższa grubość optymalną.

### III. Strop pod poddaszem nieogrzewanym

Dane ogólne
  Stan projektowy
  Wyniki - stan projektowy
  Optymalizacja
  Wyniki po optymalizacji

Budynek
  Przegrody
  Wentylacja
  Ciepło

Przegroda: strop pod poddaszem nieogrzewanym - strop szkieletowy z dodatkową izolacją termiczną o gr. 5 cm

d [cm]	U [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	Nu [zł/m <sup>2</sup> ]	NPV [zł/m <sup>2</sup> ]
5	0,230	54,50	-46,82
6	0,217	58,40	-45,23
7	0,206	62,30	-44,22
8	0,195	66,20	-43,70
9	0,186	70,10	-43,61
10	0,178	74,00	-43,88
11	0,170	77,90	-44,46
12	0,163	81,80	-45,32
13	0,156	85,70	-46,43
14	0,150	89,60	-47,75

Czas [lat(a)]	NPV [zł]
16	-10167,55
17	-9848,72
18	-9520,65
19	-9183,07
20	-8835,70
21	-8478,26
22	-8110,47
23	-7732,01
24	-7342,58
25	-6941,87

WELNA MINERALNA

**Materiał izolacyjny**

włna mineralna 039

Współczynnik λ: 0,039 W/(m·K)

Optymalna grubość: 9 cm

Nakłady: 14203,66 zł

Straty przed	Straty po	Oszczędności
3810 kWh/rok	2860 kWh/rok	950 kWh/rok
786,42 zł/rok	590,26 zł/rok	196,16 zł/rok
		25 %

Efektywność ekonomiczna	
SPBT:	72,4 lat(a)
DPBT:	38,9 lat(a)
NPV:	-8835,70 zł

Wsp. przenikania ciepła - U [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	
Stan projektowy:	0,248
Maksymalny wg WT2008:	0,250
Z optymalnym dociepleniem:	0,186

**Podsumowanie**

Docieplenie przegrody typu strop szkieletowy z dodatkową izolacją termiczną o gr. 5 cm z 10 cm izolacji między krokiewi materiałem wełna mineralna 039 o gr. 9 cm zamiast 5 cm materiału wełna mineralna 035 przyniesie zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie o 950 kWh rocznie, tj. o 196,16 zł (25 %), co przy jej zakładanej trwałości na poziomie 20 lat przyniesie 3923,20 zł oszczędności. Niedodatnia wartość NPV (-8835,70 zł w kontekście całej przegrody) - przy przyjętych parametrach technicznych i ekonomicznych - świadczy o ekonomicznej nieopłacalności przedsięwzięcia.

**WNIOSKI:** Wartość optymalnej grubości izolacji stropu pod poddaszem nieogrzewanym wynosi 9 [cm] dla wełny mineralnej o  $\lambda=0,039$  [W/mK] i jest wyróżniona żółtym tłem. Wartość maksymalna NPV jest wartością optymalną, która wynosi -43,61 [zł/m<sup>2</sup>], a więc inwestycja jest nieopłacalna. Ważniejsze wyliczenia, które można odczytać z wyników optymalizacji:

- dynamiczny czas zwrotu inwestycji zakłada po 38,9 latach użytkowania budynku (wskaźnik DPBT-kolor niebieski) pierwsze dodatnie korzyści,
- prosty czas zwrotu inwestycji zakłada zwrot poniesionych nakładów po 72,4 latach użytkowania budynku (wskaźnik SPBT-kolorem różowy),
- po 20 latach użytkowania budynku inwestycja przyniesie oszczędności rzędu 3923,20 [zł] (roczne oszczędności energii pomnożone przez trwałość inwestycji),
- roczne oszczędności energii zmniejszą się o 25% w stosunku do stanu projektowanego,
- dodatkowe nakłady pieniężne związane z zastosowaniem alternatywnych materiałów izolacyjnych, nowego źródła ciepła i systemu wentylacji mechanicznej wynoszą 14203,66 [zł].

c) Zakładka „Wentylacja” prezentuje szczegółowe wyniki obliczeń dla ulepszenia wentylacji

☰ Dane ogólne ☰ Stan projektowy ☰ Wyniki - stan projektowy ☰ Optymalizacja ☰ Wyniki po optymalizacji

☰ Budynek ☰ Przegrody ☰ Wentylacja ☰ Ciepło

**Rodzaj wentylacji**

Stan projektowy: z nawiewnikami ciśnieniowymi i sterowanymi ręcznie  
 Stan docelowy: mechaniczna z rekuperatorem o  $\eta=65\%$

	Stan projektowy	Stan docelowy	Różnica / oszczędność	
<b>Efektywność energetyczna</b>				
Wymiana powietrza:	530,36 m <sup>3</sup> /h	495,00 m <sup>3</sup> /h	35,36 m <sup>3</sup> /h	7 %
Roczne straty ciepła:	12877 kWh	5258 kWh	7619 kWh	59 %
Roczne koszty energii:	2543,48 zł	1067,29 zł	1476,19 zł	58 %
<b>Nakłady [zł]</b>				
Nawiewniki / system:	1378,93	12285,92	10906,99	791 %
Kominy / kanały:	8148,25	15555,75	7407,50	91 %
Wymiennik gruntowy:	0,00	0,00	0,00	0 %
Czyszczenie instalacji:	0,00	3341,00	3341,00	-
<b>RAZEM:</b>	<b>9527,18</b>	<b>31182,67</b>	<b>21655,49</b>	<b>227 %</b>

**Efektywność ekonomiczna**

SPBT: 14,7 lat(a)  
 DPBT: 12,1 lat(a)  
 NPV: 18741,56 zł

Wykres NPV - czas

Czas [lat(a)]	NPV [zł]
18	13586,92
19	16127,42
<b>20</b>	<b>18741,56</b>
21	21431,47
22	24199,35
23	27047,46
24	29978,12
25	32993,73

**Podsumowanie**

Zastosowanie wentylacji typu "mechaniczna z rekuperatorem o  $\eta=65\%$ " przyniesie zmniejszenie strat ciepła na wentylację budynku o 7619 kWh rocznie, tj. o 1476,19 zł (58 %), co przy zakładanej trwałości rozwiązania na poziomie 20 lat przyniesie 29523,80 zł oszczędności. Dodatnia wartość NPV (18741,56 zł) - przy przyjętych parametrach technicznych i ekonomicznych - świadczy o ekonomicznej opłacalności przedsięwzięcia.

**WNIOSKI:** Optymalnym rozwiązaniem dla budynku nowoprojektowanego jest zastosowanie mechanicznej wentylacji z odzyskiem ciepła o sprawności odzysku 65%. Ważniejsze wyciszenia, które można odczytać z wyników optymalizacji:

- dynamiczny czas zwrotu inwestycji zakłada po 12,1 latach użytkowania budynku (wskaźnik DPBT-kolor niebieski) pierwsze dodatnie korzyści,
- prosty czas zwrotu inwestycji zakłada zwrot poniesionych nakładów po 14,7 latach użytkowania budynku (wskaźnik SPBT-kolorem różowy),
- po 20 latach użytkowania budynku inwestycja przyniesie oszczędności rzędu 29523,80 [zł] (roczne oszczędności energii pomnożone przez trwałość inwestycji),
- roczne koszty energii zmniejszą się o 58% w stosunku do stanu projektowanego,
- dodatkowe nakłady pieniężne związane z zastosowaniem systemu wentylacji mechanicznej wynoszą 21655,49 [zł], które w stosunku do rozwiązania projektowego (nawiewników okiennych ciśnieniowych sterowanych ręcznie) są o 227% droższe.

**d) Zakładka „Ciepło” prezentuje szczegółowe wyniki obliczeń dla ulepszenia systemu grzewczego**

☰ Dane ogólne ☰ Stan projektowy ☰ Wyniki - stan projektowy ☰ Optymalizacja ☰ Wyniki po optymalizacji

☰ Budynek ☰ Przegrody ☰ Wentylacja ☰ Ciepło

**Źródła ciepła**

Stan projektowy: kocioł gazowy kondensacyjny VISSMANN na c.o. i c.w.u., instalacja grzejnikowa, np. 70/55  
 Stan docelowy: pompa ciepła, wymiennik gruntowy poziomy na c.o. i c.w.u. + kolektory słoneczne na c.w.u.

	Stan projektowy	Stan docelowy	Różnica / oszczędność	
<b>Efektywność energetyczna</b>				
<b>RAZEM</b>	<b>C.O.</b>	<b>C.W.U.</b>	<b>CHP</b>	
Energia końcowa:	12818 kWh	5788 kWh	7030 kWh	55 %
Roczne koszty energii:	3315,59 zł	2223,72 zł	1091,87 zł	33 %
<b>Nakłady [zł]</b>				
Źródła ciepła:	6833,79	30524,27	23690,47	347 %
Instalacja:	20286,79	24014,31	3727,52	18 %
Przygotowanie C.W.U.:	5035,24	4124,10	-911,14	-18 %
Kolektory słoneczne:	0,00	21100,06	21100,06	-
Kogenerator (CHP):	0,00	0,00	0,00	0 %
<b>RAZEM:</b>	<b>32155,82</b>	<b>79762,74</b>	<b>47606,92</b>	<b>148 %</b>

**Efektywność ekonomiczna**

SPBT: 43,6 lat(a)  
 DPBT: 28,0 lat(a)  
 NPV: -17727,28 zł

Wykres NPV - czas

Czas [lat(a)]	NPV [zł]
18	-21539,90
19	-19660,82
<b>20</b>	<b>-17727,28</b>
21	-15737,68
22	-13690,42
23	-11583,82
24	-9416,16
25	-7185,67

**Podsumowanie**

Zastosowanie układu źródeł ciepła "pompa ciepła, wymiennik gruntowy poziomy na c.o. i c.w.u. + kolektory słoneczne na c.w.u." przyniesie zmniejszenie zapotrzebowania budynku na energię końcową o 7030 kWh rocznie, tj. o 1091,87 zł (33 %), co przy zakładanej trwałości rozwiązania na poziomie 20 lat przyniesie 21837,40 zł oszczędności. Ujemna wartość NPV (-17727,28 zł) - przy przyjętych parametrach technicznych i ekonomicznych - świadczy o ekonomicznej nieopłacalności przedsięwzięcia.

**WNIOSKI:** Zastosowanie pompy ciepła i kolektorów słonecznych jako alternatywnego źródła ciepła jest, w tym przypadku, dla budynku nowoprojektowanego nieopłacalne. Ważniejsze wyliczenia, które można odczytać z wyników optymalizacji:

- dynamiczny czas zwrotu inwestycji zakłada po 28 latach użytkowania budynku (wskaźnik DPBT-kolor niebieski) pierwsze dodatnie korzyści,
- prosty czas zwrotu inwestycji zakłada zwrot poniesionych nakładów po 43,6 latach użytkowania budynku (wskaźnik SPBT-kolorem różowy),
- po 20 latach użytkowania budynku inwestycja przyniesie oszczędności rzędu 21837,00 [zł] (roczne oszczędności energii pomnożone przez trwałość inwestycji),
- roczne koszty energii zmniejszą się o 33% w stosunku do stanu projektowanego,
- dodatkowe nakłady pieniężne związane z zastosowaniem systemu dwuźródłowego, pompy ciepła i kolektorów słonecznych, wynoszą 47606,92 [zł], które w stosunku do rozwiązania projektowego (kotła gazowego kondensacyjnego) są o 148% droższe.

**Uwaga:** Ramka „Efektywność ekonomiczna” przedstawia porównanie: zapotrzebowania na energię końcową oraz rocznych kosztów eksploatacji – razem, oraz osobno dla ogrzewania i wentylacji oraz ciepłej wody użytkowej. Dodatkowo, podzakładka CHP prezentuje porównanie ilości produkowanej energii elektrycznej oraz osiągniętych z tego tytułu dochodów.

**Uwaga:** Dodatkowo możliwy jest wydruk audytu energetycznego do w formacie PDF, który generuje się za pomocą przycisku „Drukuj audyt energetyczny”.