MODELOWANIE ENERGETYCZNE BUDYNKÓW NA ETAPIE KONCEPCJI

Obliczenie projektowanej charakterystyki energetycznej odbywa się zazwyczaj przy wykorzystaniu programów komputerowych na podstawie projektu budowlanego. Architekci wykonując koncepcję projektową potrzebują w prosty i intuicyjny sposób określić charakterystykę energetyczną oraz podstawowe parametry techniczne dotyczące izolacyjności przegród budowlanych, sposobu wentylacji i źródła ciepła. Propozycja zmian prawnych dotyczących charakterystyki energetycznej budynków, wymuszać będzie spełnienie warunków dotyczących współczynnika energii pierwotnej EP jak i współczynników przenikania ciepła U. Wychodząc naprzeciwko tym problemom i oczekiwaniom projektantów Dolnośląska Agencja Energii i Środowiska stworzyła program OPTIMA do modelowania energetycznego budynków na wczesnym etapie projektowania.

Wykonanie projektowej charakterystyki energetycznej budynku jest częścią projektu budowlanego. Zgodnie z proponowanymi zmianami w rozporządzeniu w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie należy spełnić wymagania energooszczędności nie tylko dla izolacji termicznej przegród, ale także dla rozwiązań instalacyjnych. Konieczne jest określenie w projekcie wskaźnika nieodnawialnej energii pierwotnej EP [kWh/(m^2·rok)] zgodnie z rozporządzeniem ws. metodologii. Przy sporządzaniu charakterystyki energetycznej budynku należy określić wszystkie straty ciepła przez przegrody budowlane i wentylację. Do poprawnego wyznaczenia EP konieczne jest też określenie zysków ciepła: od słońca oraz zysków wewnętrznych, które zależą od sposobu eksploatacji budynku. Inne są dla budynków mieszkalnych, inne dla budynków użyteczności publicznej jeszcze inne dla budynków produkcyjnych.

Wykonywanie charakterystyki energetycznej po zaprojektowaniu budynku może skutkować koniecznością przeprojektowania budynku, co skutkowałoby np. przekroczeniem terminu oddania projektu na zezwolenie na budowę.

Już na wczesnym etapie koncepcji powinniśmy wykonać charakterystykę energetyczną budynku oraz uzgodnić rozwiązania ekonomicznie uzasadnione w zakresie izolacyjności przegród oraz systemów energetycznych budynków. Do tego opracowany został profesjonalny program OPTIMA służący do modelowania energetycznego budynków na wczesnym etapie projektowania.

OPTIMA umożliwia wykonanie oceny energetycznej budynku na wczesnym etapie projektowania, posiada bazę przegród budowlanych umożliwiających łatwe obliczenie współczynników przenikania ciepła U. Dzięki łatwemu wprowadzaniu geometrii, szybko za pomocą OPTIMY można wykonać charakterystykę energetyczną, a na bazie prowadzonego bilansu ciepła, wykonać optymalizację rozwiązań założonych w projekcie lub w stanie istniejącym przed termomodernizacją.

Program pozwala na określenie kosztów eksploatacyjnych w stanie istniejącym i po wprowadzeniu ulepszeń, wskazanie rozwiązania uzasadnionych ekonomicznie w oparciu o prosty czas zwrotu inwestycji SPBT, zdyskontowaną o utratę wartości pieniądza w czasie i wzrostu cen nośników energii wartość NPV, oraz dynamicznego czasu zwrotu poniesionych nakładów na inwestycję uwzględniający utratę wartości pieniądza w czasie i wzrostu cen nośników energii DPBT. Pozwala to na uzyskanie audytu uproszczonego w zakresie izolacyjności przegród, efektywności energetycznej wentylacji oraz źródeł energii dla budynku.

Dzięki intuicyjnej pracy w programie możemy oszacować efektywność energetyczną, ekologiczną i ekonomiczną poszczególnych elementów budynku, mających wpływ na jakość energetyczną oraz dokonać ich wyceny.

Na etapie prac koncepcyjnych OPTIMA pozwala zamodelować energetycznie budynek i w dostępny dla każdego sposób wyznaczyć: opłacalną dla inwestora, ekonomicznie uzasadnioną charakterystykę energetyczną, optymalne parametry izolacyjne przegród: ścian, dachu, okien, źródła ciepła z wykorzystaniem tradycyjnych i odnawialnych źródeł energii, określić optymalne koszty ogrzewania.

Dodatkowo program umożliwia przeanalizowanie produkcji energii ze źródeł odnawialnych (kolektory słoneczne termiczne, PV) oraz produkcji skojarzonej: energii cieplnej i elektrycznej dla budynków mieszkaniowych, użyteczności publicznej, produkcyjnych a także wykonanie analizy opłacalności wykonania budynku niskoenergetycznego i zeroenergetycznego.

OPTIMA umożliwia projektowanie budynków w oparciu o racjonalne i optymalne parametry techniczne i ekonomicznej.

Wprowadzanie danych do programu jest proste i intuicyjne chroniąc użytkownika nawet z niewielkimi umiejętnościami audytorskimi przed popełnieniem błędów. Poniżej przedstawiamy Państwu krótki opis programu.

CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA BUDYNKU

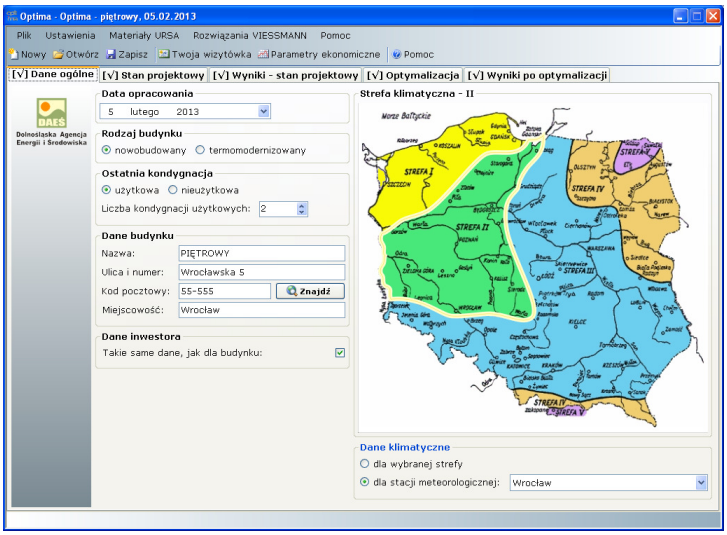
DANE OGÓLNE

INFORMACJE ADRESOWE

Przy sporządzaniu projektowanej charakterystyki energetycznej konieczne jest przygotowanie danych adresowych dla budynku. Dla nowych obiektów może nie być znany numer budynku, ale w tym miejscu można wprowadzić numer działki lub inne dane precyzujące lokalizację.

DANE KLIMATYCZNE

Aby wykonać obliczenia niezbędne jest posiadanie odpowiednich danych klimatycznych. Metoda przyjęta do obliczeń charakterystyki energetycznej budynku opiera się na danych klimatycznych zawierających następujące informacje: średnia miesięczna temperatura termometru suchego, minimalna miesięczna temperatura termometru suchego, maksymalna miesięczna temperatura termometru suchego, średnia miesięczna temperatura nieboskłonu, suma całkowitego natężenia promieniowania słonecznego na powierzchnię poziomą, suma bezpośredniego natężenia promieniowania słonecznego na powierzchnię poziomą, suma rozproszonego natężenia promieniowania słonecznego na powierzchnię poziomą, suma całkowitego natężenia promieniowania słonecznego na powierzchnię poziomą (kierunek N, pochylenie 0˚).



Program optima pozwala na obliczenie charakterystyki energetycznej w oparciu o dane klimatyczne dla strefy i stacji meteorologicznej gdzie nasz obiekt jest zlokalizowany. W Polsce występuje pięć stref klimatycznych, którym odpowiadają zewnętrzne temperatury obliczeniowe, np. Wrocław leży w II strefie klimatycznej – temperatura obliczeniowa wynosi -18˚C.

STACJA METEOROLOGICZNA

Do wykonania obliczeń konieczne jest wybranie stacji meteorologicznej, dla której opracowane zostały średnie miesięczne temperatury zewnętrzne oraz inne dane pogodowe konieczne do sporządzenia charakterystyki energetycznej. Jeżeli analizowany budynek zlokalizowany jest w miejscowości, dla której zostały opracowane bazy termiczne należy przyjąć dane odpowiadające najbliżej położonej miejscowości lub miejscowości o jak najbardziej zbliżonych parametrach termicznych. Do obliczeń można także przyjąć obliczenia uśrednione dla danej strefy klimatycznej.

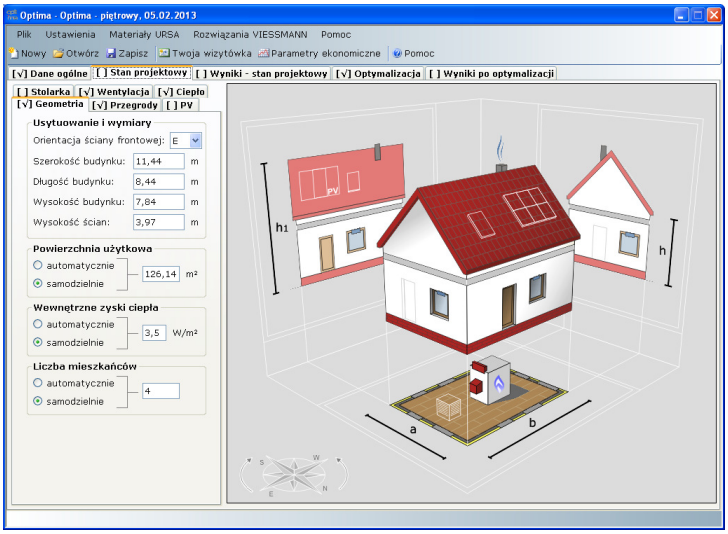
STAN PROJEKTOWY

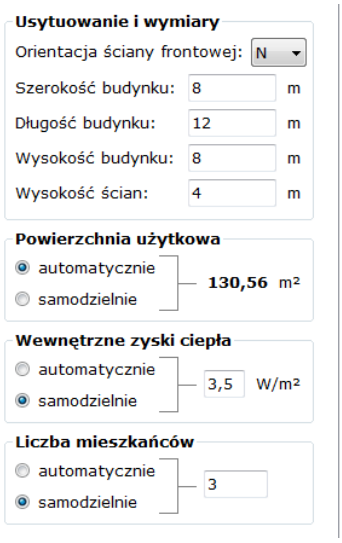
GEOMETRIA

Przed rozpoczęciem obliczeń należy wprowadzić geometrię budynku. Wartości te są wykorzystywane do obliczenia strat ciepła w pomieszczeniach oraz do wyceny ulepszeń przy wykonywaniu optymalizacji. Należy podać powierzchnię rzutu parteru, a dokładnie: powierzchnię podłogi na gruncie oraz wysokość budynku i ścian.

POWIERZCHNIA UŻYTKOWA, WEWNĘTRZNE ZYSKI CIEPŁA, LICZBA MIESZKAŃCÓW

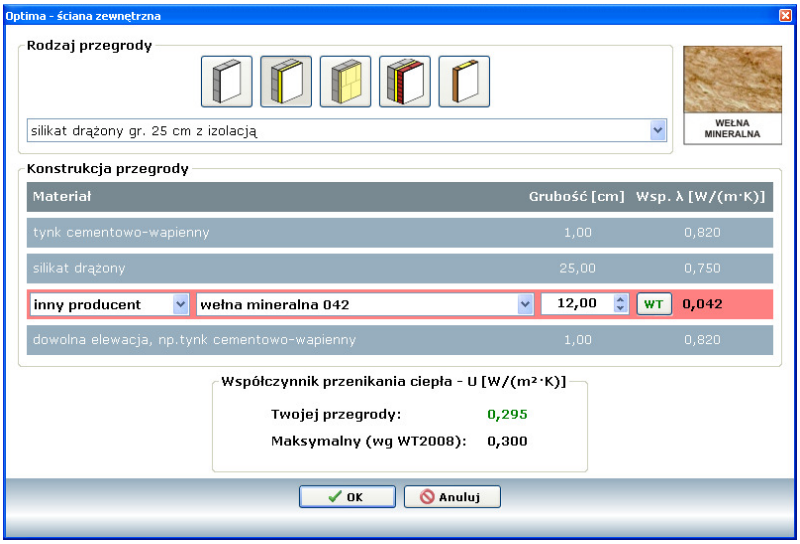
Można także podać powierzchnię użytkową, moc wewnętrznych zysków ciepła a także liczbę mieszkańców. Jeżeli nie wprowadzimy samodzielnie tych informacji program dobierze odpowiednie wartości na podstawie algorytmu uwzględniającego m.in. wytyczne z Warunków Technicznych.





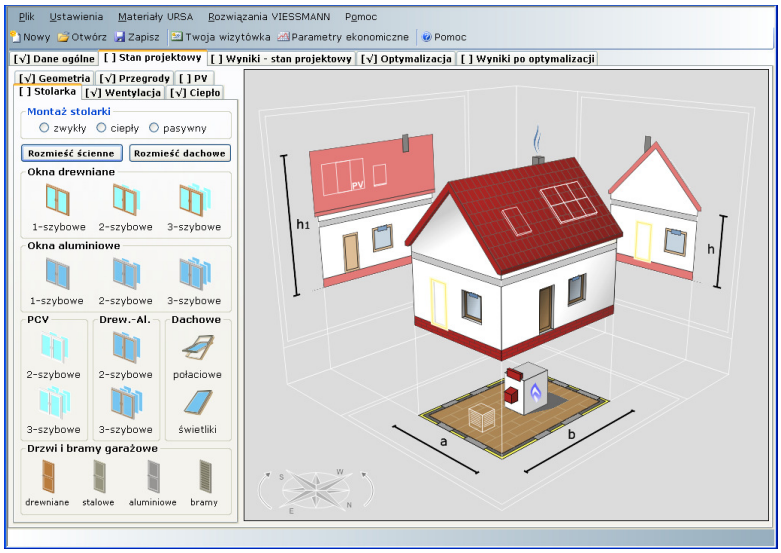
PRZEGRODY

Zakładka „Przegrody” wymaga wprowadzenia przegród budowlanych w ocenianym budynku oraz obliczenia współczynników przenikania ciepła U. OPTIMA zawiera w bazie danych zestaw przegród typowych z obliczonymi współczynnikami przenikania ciepła U. Program automatycznie dobiera grubość ocieplenia tak, aby przegroda spełniała aktualne wymagania prawne. Straty ciepła przez przegrody nieprzezroczyste zawierają wliczone i uśrednione starty ciepła przez mostki liniowe i punktowe.



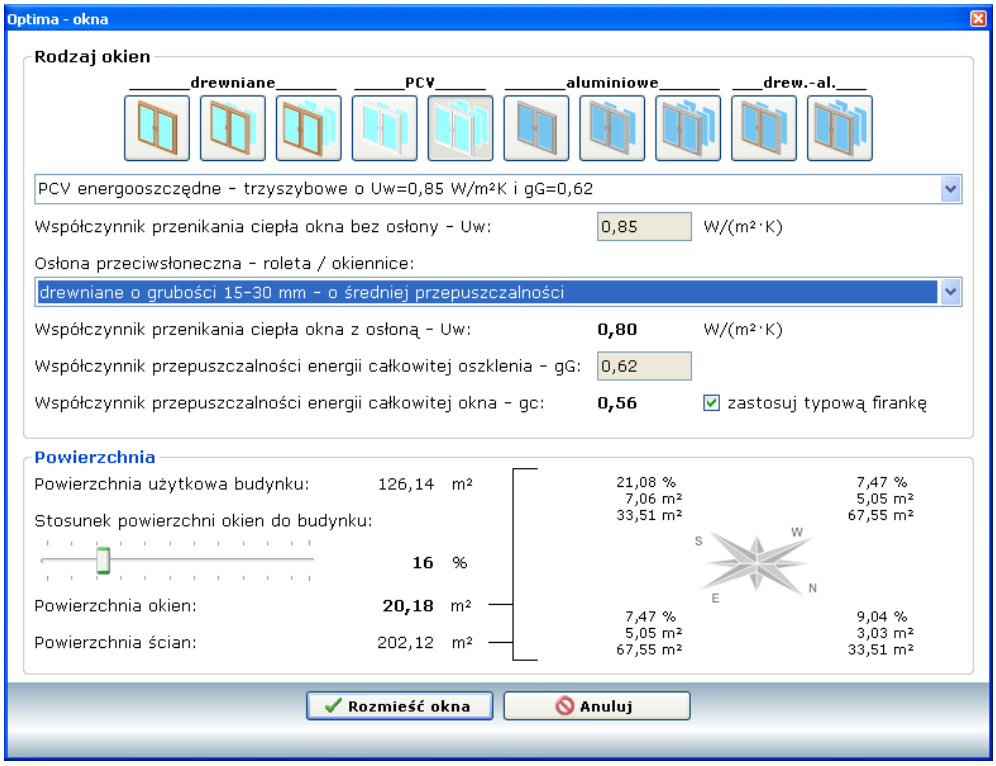
STOLARKA

Zakładka „Stolarka” wymaga wprowadzenia okien, drzwi i bram garażowych w ocenianym budynku. Program zawiera bazę danych typowych przegród z obliczonymi współczynnikami przenikania ciepła U.



Straty ciepła przez stolarkę okienną i drzwiową zależą także od sposobu montażu: montaż zwykły, ciepły, pasywny. Okna podzielone są na grupy stolarki okiennej w zależności od rodzaju stolarki okiennej: okna drewniane, okna aluminiowe, okna PCV, drzwi aluminiowe, okna dachowe, drzwi i bramy garażowe.

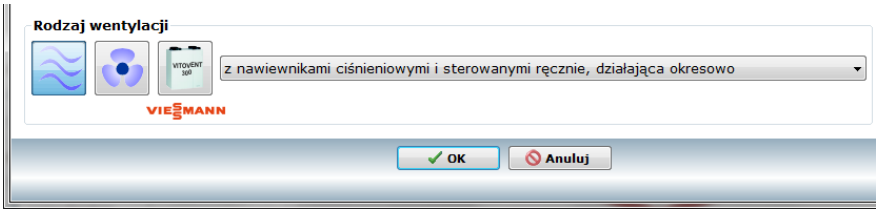
Optima pozwala wprowadzić stolarkę okienną w sposób dokładny lub przyjąć powierzchnię stolarki okiennej i drzwiowej automatycznie zależnie od powierzchni użytkowej i strony świata na którą zlokalizowana jest ściana lub dach. Możemy oczywiście zmienić procentowy udział powierzchni okien w stosunku do powierzchni użytkowej, co pozwala w dowolny sposób modelować budynek na etapie koncepcji.



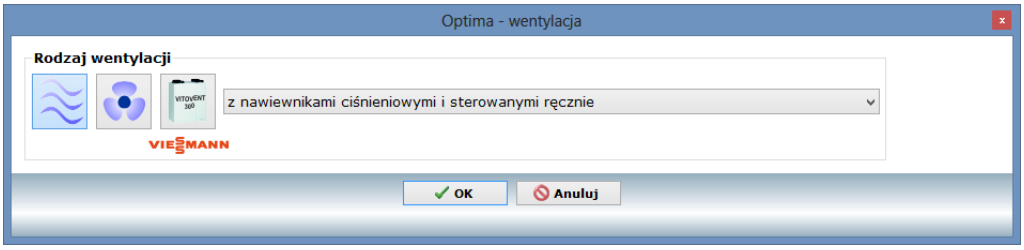
WENTYLACJA

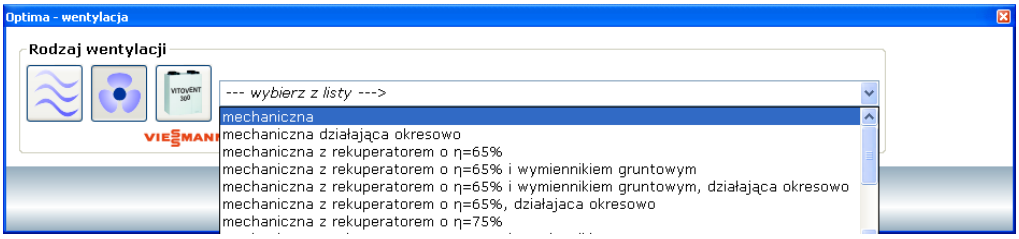
W zakładce wentylacji mamy możliwośc określenia sposobu wentylacji. Wentylacja w pomieszczeniach może być realizowana jako naturalna lub mechaniczna: nawiewo-wywiewna, nawiewno wywiewna z odzyskiem ciepła, nawiewno-wywiewna działająca okresowo. Określenie wymaganej wymiany powiertrza w pomieszczeniach oparte jest na podstawie normy PN-83/B-03430/Az3:2000, w której podane są minimalne strumienie powietrza wentylującego.

W programie OPTIMA wrowadzone zostalo liczenie automatyczne strumienia powietrza wentylującego w oprciu o ww. normę. Pozwala to projektantowi w prosty i intuicyjny sposób zamodelować charaktrystykę energetyczną budynku.



W programie wprowadzone zostały typowe przypadki wentylacji naturalnej oraz mechanicznej uwzględniający m.in. procent odzysku ciepła oraz sposób działania ciągły/okresowy.





CIEPŁO

Przy określaniu wskaźnika nieodnawialnej energii pierwotnej EP = Q_P/A_f należy obliczyć energię pierwotną:

$Q_P = Q_{P,H} + Q_{P,W}$ [kWh/a]

gdzie:

$Q_{P,H} = w_H \cdot Q_{K,H} + w_{el} \cdot E_{el,pom,H}$ [kWh/a],

$Q_{P,W} = w_W \cdot Q_{K,W} + w_{el} \cdot E_{el,pom,W}$ [kWh/a].

Opis użytych we wzorach współczynników podano w tabeli. Współczynniki nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej *wi* na wytworzenie i dostarczenie nośnika energii lub energii do budynku – podano w tabeli.

Sprawność na c.o. i wentylację. Sprawność systemu grzewczego składa się ze sprawności

składowych: $\eta = \eta_{H,g} \cdot \eta_{H,d} \cdot \eta_{H,s} \cdot \eta_{H,e}$

gdzie:

$\eta_{H,g}$ – sprawność wytwarzania,

$\eta_{H,d}$ – sprawność przesyłania (transportu) ciepła,

$\eta_{H,s}$ – sprawność akumulacji ciepła (magazynowania) grzewczego,

$\eta_{H,e}$ – sprawność wykorzystania i regulacji ciepła przyjmowana.

Sprawności te można przyjmować z tabel zawartych w rozporządzeniu w sprawie metodologii sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej budynków lub na podstawie danych producentów urządzeń grzewczych. Należy jednak pamiętać, że wartości podawane przez producentów w DTR-kach oznaczają sprawność znormalizowaną, podawaną przy optymalnym obciążeniu kotła. Sprawność ta jest jednak zmienna w okresie grzewczym i zależy od wielu czynników.

Sprawność znormalizowana jest zazwyczaj o około 10-15% wyższa od średniorocznej sprawności wytwarzania jaką należy wprowadzić do obliczeń. Jeżeli producent podaje sprawność wytwarzania 109%, to należy liczyć się z tym, że sprawność średnioroczna będzie niższa o co najmniej 10% i wyniesie 99%. W celu określenia sprawności instalacji grzewczej można wartość taką obliczyć według metodologii określonej w rozporządzeniu ws. metodologii dotyczącej świadectw energetycznych lub przyjąć ją zgodnie z tabelami zamieszczonymi w tym samym rozporządzeniu.

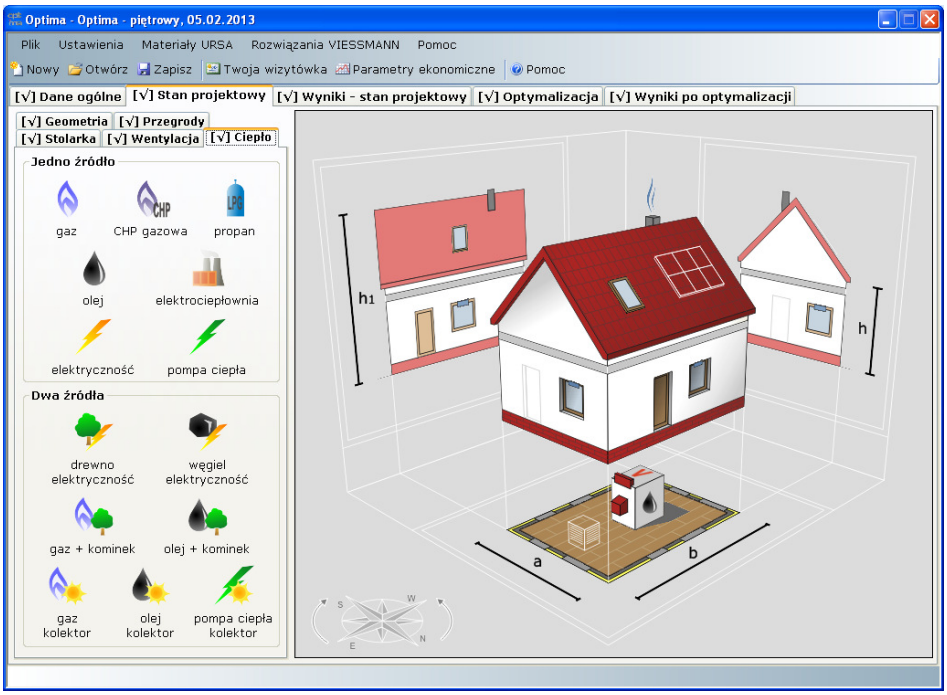
Obliczenie ilości energii na potrzeby ciepłej wody wymaga określenia następujących danych:

- zużycie wody na użytkownika,
- czas użytkowania,
- liczba użytkowników,
- sprawność instalacji c.w.u.

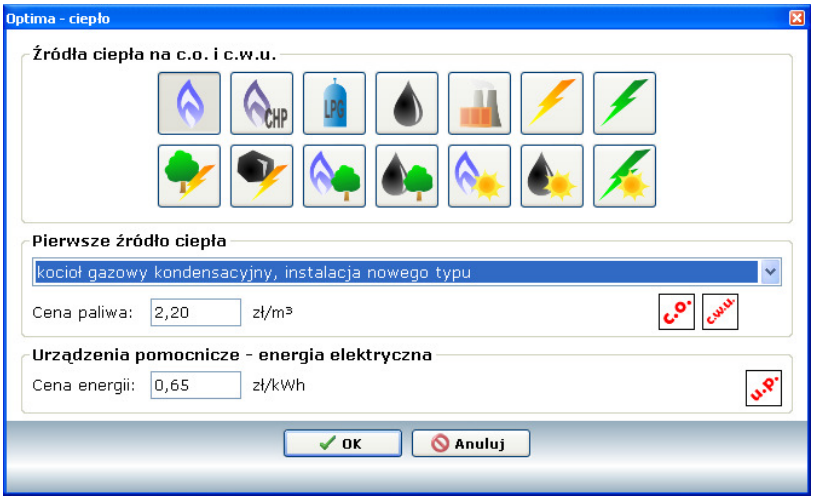
Powyższe dane należy określić na podstawie rozporządzenia w sprawie metodologii sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej budynków oraz warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.

Obliczenie projektowanej charakterystyki a także świadectwa energetycznego, wymaga określenia ilości energii końcowej i energii pierwotnej zużywanych przez urządzenia pomocnicze. Do urządzeń pomocniczych zaliczamy: pompy na c.o. i ciepłą wodę, siłowniki, urządzenia sterujące, zawory, wentylatory, itp. Określenie ilości energii

zużywanej przez urządzenia pomocnicze można wykonać w oparciu o rozporządzenie lub w oparciu o dane projektowe.



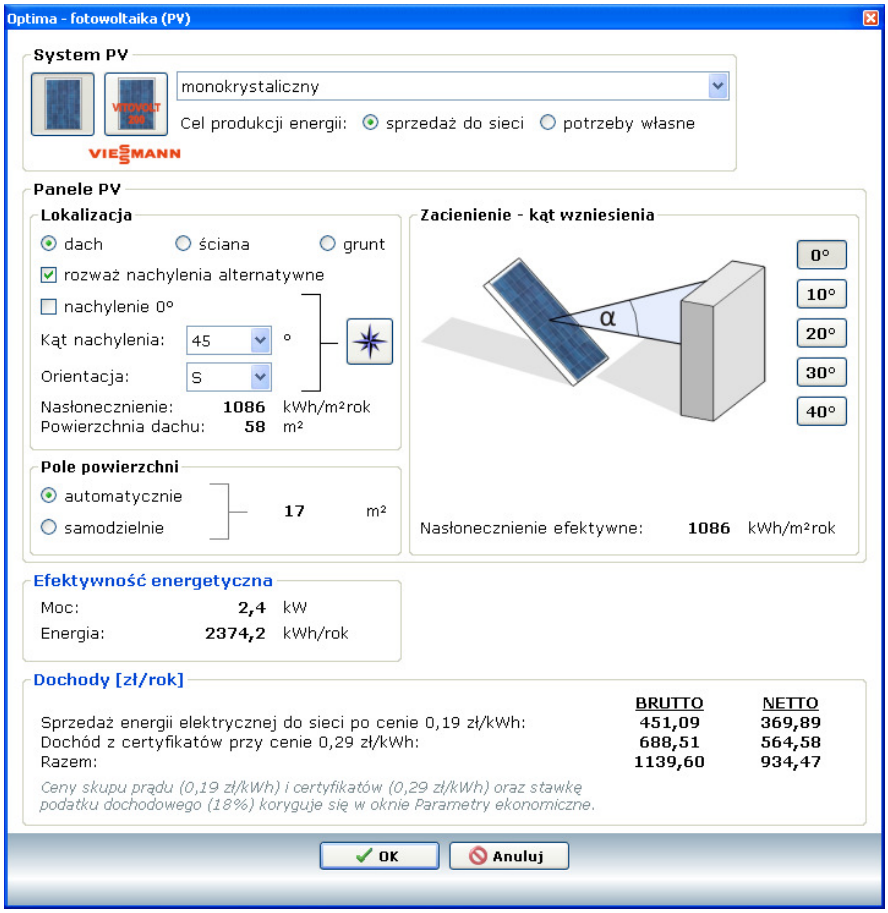
W programie OPTIMA obliczenia systemu grzewczego, systemu przygotowania c.w.u. jak i urządzeń pomocniczych takich jak pompy obiegowe, napędy pomocnicze zostało oparte o wyliczenia dla typowych instalacji grzewczych zasilanych m.in. z gazu ziemnego, oleju opałowego, CHP, energii elektrycznej, biomasy. Dodatkowo zoptymalizowanie czasu pracy możliwe jest dzięki podaniu kosztów za ciepło dla każdego z przypadków.



FOTOWOLTAIKA PV

Duże zainteresowanie odnawialnymi źródłami energii powoduje, że technologie stosowane do pozyskiwania energii z tych źródeł są coraz bardziej powszechne i ciągle doskonalone. Inwestorzy coraz częściej interesują się systemami fotowoltaicznymi.

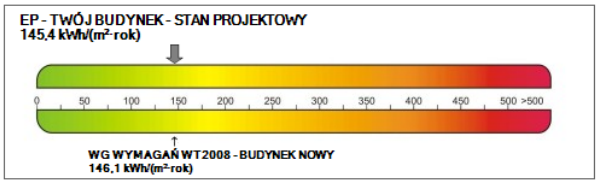
Program OPTIMA pozwala wykonać analizę opłacalności paneli PV w zależności od celu produkcji energii „sprzedaż do sieci" lub „na własne potrzeby". W zależności od lokalizacji paneli PV na dachu czy na otwartym terenie program dobiera powierzchnię ogniw fotowoltaicznych. Produkcja energii elektrycznej z ogniw PV zależy m.in. od kąta nachylenia, orientacji oraz zacienienia. Po uzupełnieniu wszystkich danych program wyznacza korzyści energetyczne i finansowe z zaprojektowanej instalacji.



CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA BUDYNKU

Po wprowadzeniu powyższych danych w szybki i prosty sposób możemy uzyskać projektowaną charakterystykę energetyczną. Na podstawie tak sporządzonej charakterystyki energetycznej możemy uzyskać informacje o zużyciu ciepła w naszym budynku, mocy grzewczej i kosztach eksploatacyjnych zaprojektowanego budynku.

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



Energia [kWh/(m²·rok)]	
Energia użytkowa na c.o. (EUco):	111,9
Energia końcowa (EK):	129,7
Energia pierwotna (EP):	145,4
Energia pierwotna wg WT2008:	146,1

Koszty eksploatacji budynku	
Roczny koszt ogrzewania:	3117,76 zł
Miesięczny koszt ogrzewania:	1,99 zł/m²
Roczny koszt podgrzania wody:	618,32 zł
Roczny łączny koszt energii:	3736,08 zł

Moc cieplna [kW]	
Na ogrzewanie i wentylację:	11,2
Na ciepłą wodę użytkową:	7,2
RAZEM:	18,3

Na podstawie tak sporządzonej charakterystyce energetycznej możemy wykonać optymalizację wszystkich lub wybranych elementów budynku mających wpływ na efektywność energetyczną tak aby ostatecznie wskazać rozwiązania ekonomicznie uzasadnione w cyklu życia budynku lub poszczególnych elementów budynku.

OPTYMALIZACJA

Optymalizacja rozwiązań wykonywana jest w programie w oparciu o podstawowe wskaźniki ekonomiczne: SPBT - prosty czas zwrotu inwestycji, NPV – który określa sumę wartości dyskontowanych, przy stałej stopie dyskonta s oznaczającej utratę pieniądza w czasie oraz przy wartości r-oznaczającej stały wzrost cen nosików energii w okresie badanym oznaczającym najczęściej trwałość budynku lub jego elementu. Możliwe są 3 wartości NPV:

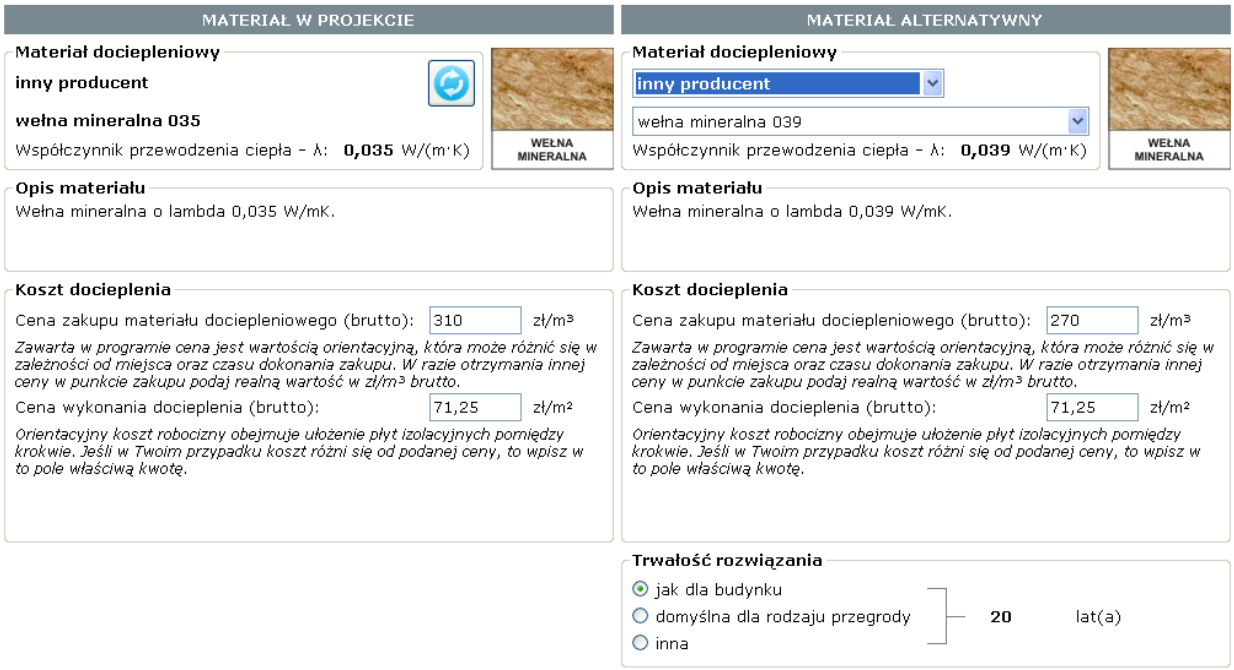
NPV = 0 stopa zwrotu jest równa się kosztowi pozyskania kapitału.
NPV > 0 stopa zwrotu z inwestycji jest większa niż koszt pozyskania kapitału.
NPV < 0 stopa zwrotu z inwestycji jest mniejsza niż koszt pozyskania kapitału.

Istotnym elementem wpływającym na wybór wariantu ulepszenia jest trwałość rozwiązania. Można uznać inwestycję za opłacalną, jeżeli czas zwrotu inwestycji uwzględniający wzrost ceny nośnika energii oraz utratę wartości pieniądza w czasie będzie krótszy niż trwałość rozwiązania.

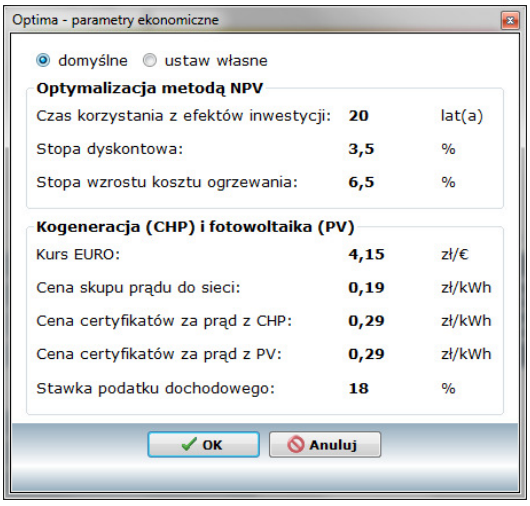
Program OPTIMA pozwala wykonać optymalizację następujących elementów budynku: ściany zewnętrzne, dach/stropodach, strop pod poddaszem, podłogę na gruncie, system wentylacji, źródło ciepła. Program wykonuję wycenę poszczególnych elementów budynku w stanie początkowym i na etapie optymalizacji, dzięki czemu można obliczyć dodatkowe nakłady inwestycyjne. Program wykonuję także analiz kosztów eksploatacyjnych w stanie istniejącym jak i po optymalizacji dając

możliwość projektantowi lub doradcy energetycznemu szybka możliwość skalkulowania możliwych oszczędności przy wprowadzeniu zalecanego działania.

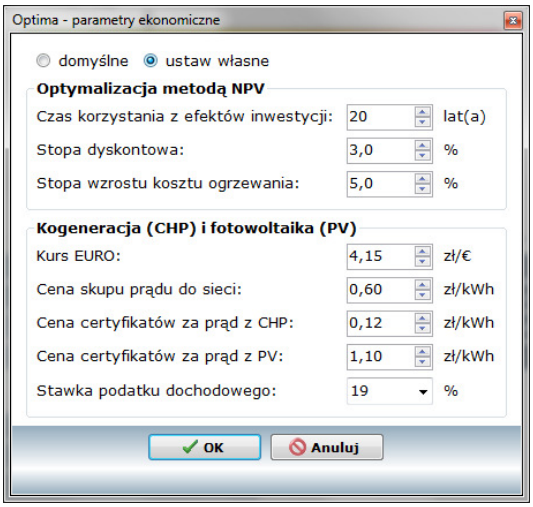
W ten sposób możemy zaproponować optymalne i racjonalne rozwiązania dla projektowanego budynku uwzględniając parametry techniczne i ekonomiczne.

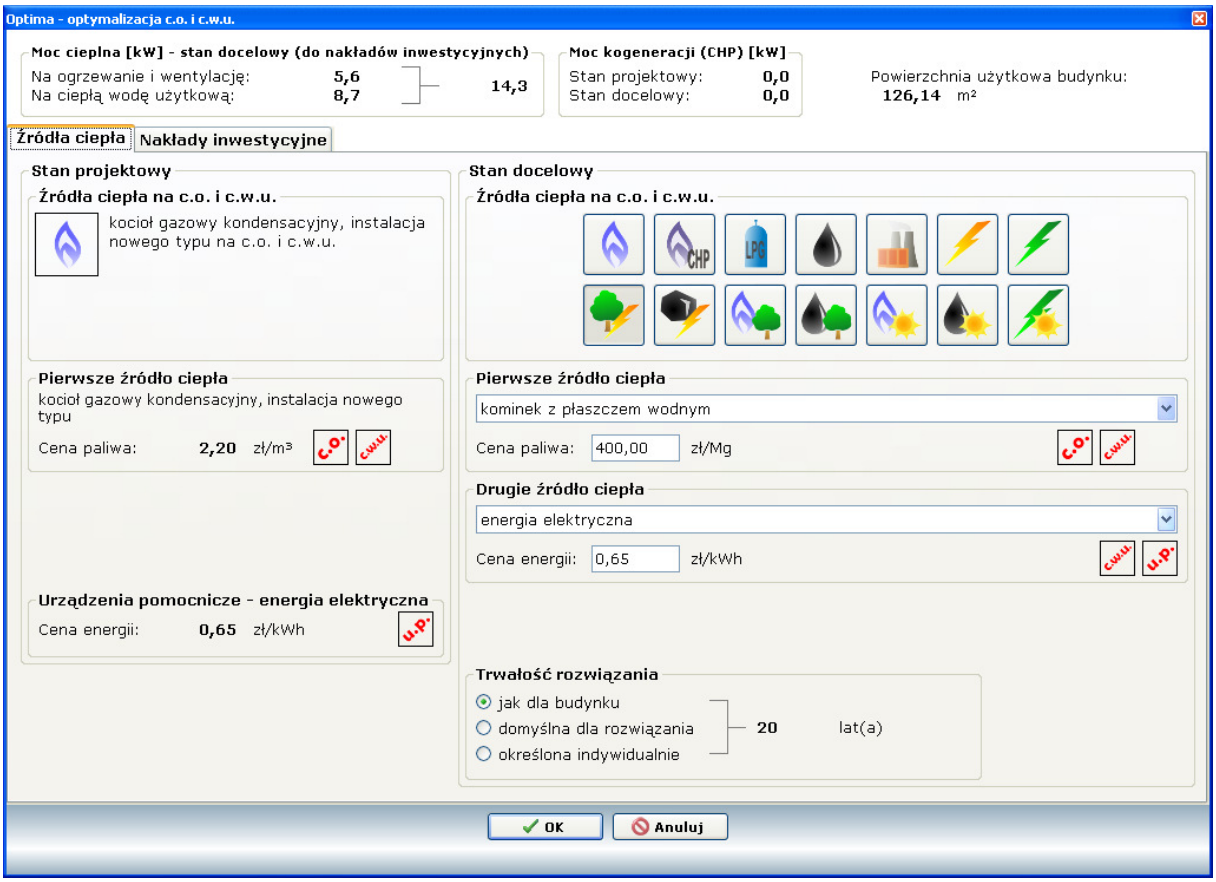


PARAMETRY DOMYŚLNE

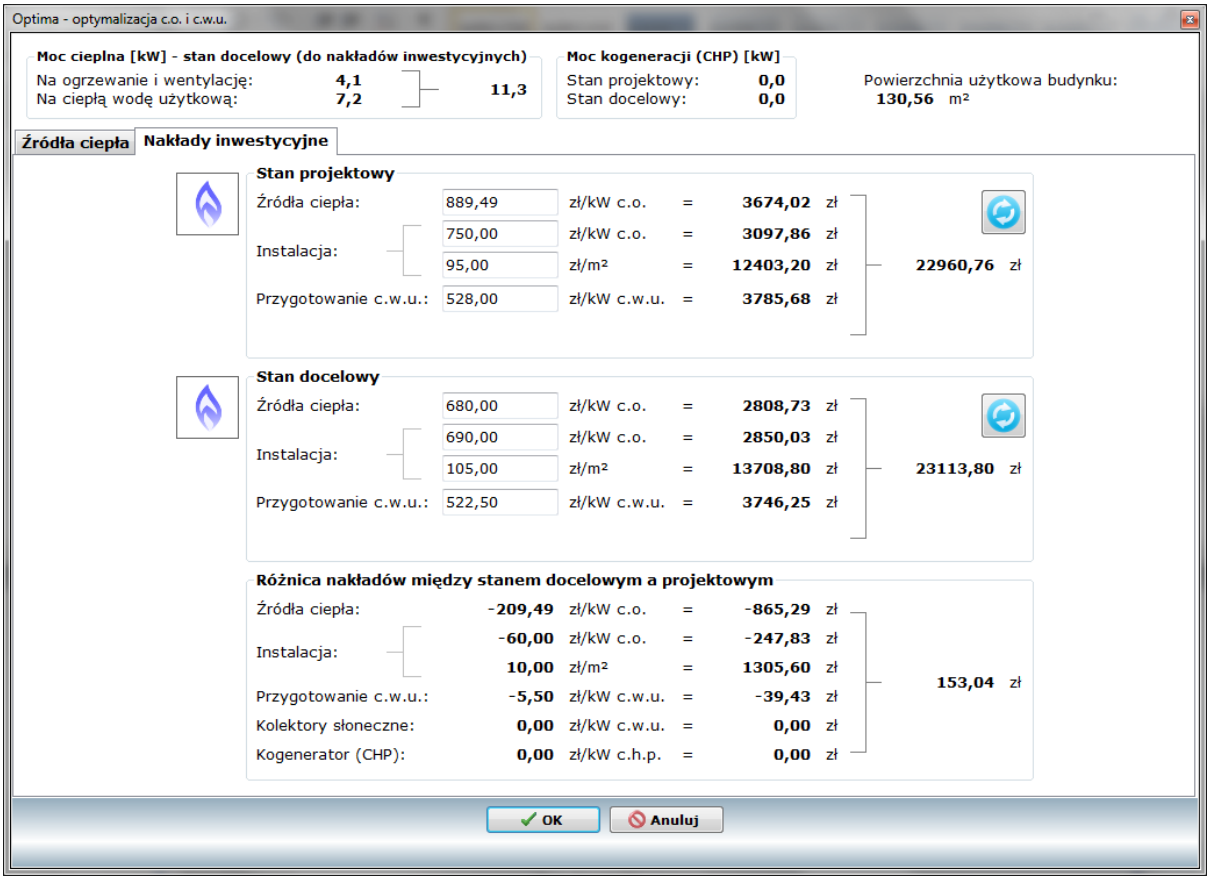


PARAMETRY INDYWIDUALNE





Nakłady inwestycyjne.

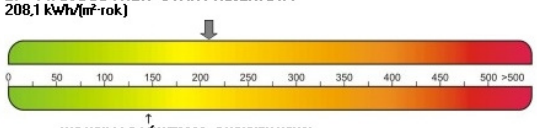


WYNIKI OPTYMALIZACJI

[√] Dane ogólne | [√] Stan projektowy | [√] Wyniki - stan projektowy | [√] Optymalizacja | [√] Wyniki po optymalizacji

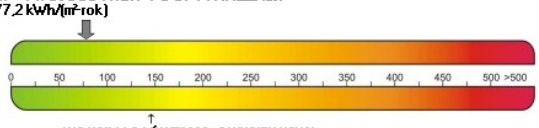
[√] Budynek | [√] Przegrody | [√] Wentylacja | [√] Ciepło

EP - TWÓJ BUDYNEK - STAN PROJEKTOWY
208,1 kWh/(m²·rok)



WG WYMAGAŃ WT2008 - BUDYNEK NOWY
145,5 kWh/(m²·rok)

EP - TWÓJ BUDYNEK - PO OPTYMALIZACJI
77,2 kWh/(m²·rok)



WG WYMAGAŃ WT2008 - BUDYNEK NOWY
145,5 kWh/(m²·rok)

	Stan projektowy	Po optymalizacji	Oszczędność	
Energia [kWh/(m²·rok)]				
Energia końcowa (EK):	185,6	123,7	61,9	33 %
Energia pierwotna (EP):	208,1	77,2	130,9	63 %
Energia pierwotna wg WT2008:	145,5			
Moc cieplna [kW]				
Na ogrzewanie i wentylację:	11,6	5,6	6,1	52 %
Na ciepłą wodę użytkową:	8,7			
Razem:	20,4	14,3	6,1	30 %
Koszty eksploatacji budynku				
Roczny koszt ogrzewania:	5010,05 zł	1691,74 zł	3318,31 zł	66 %
Miesięczny koszt ogrzewania:	3,31 zł/m²	1,12 zł/m²	2,19 zł/m²	
Roczny koszt podgrzania wody:	975,83 zł	1628,15 zł	-652,32 zł	-67 %
Roczny łączny koszt energii:	5985,88 zł	3319,89 zł	2665,99 zł	45 %
Roczny dochód z prądu:	934,47 zł	934,47 zł	0,00 zł	0 %

OPTYMALIZACJA PRZEGRODY

[√] Dane ogólne | [√] Stan projektowy | [√] Wyniki - stan projektowy | [√] Optymalizacja | [√] Wyniki po optymalizacji

[√] Budynek | [√] Przegrody | [√] Wentylacja | [√] Ciepło

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

Wykres NPV - grubość

d [cm]	U [W/(m²·K)]	Nu [zł/m²]	NPV [zł/m²]
26	0,112	22,36	135,97
27	0,108	24,71	137,00
28	0,105	27,06	137,81
29	0,101	29,41	138,41
30	0,098	31,76	138,82
31	0,095	34,11	139,06
32	**0,092**	**36,46**	**139,15**
33	0,090	38,81	139,10
34	0,087	41,16	138,92
35	0,085	43,51	138,62
36	0,082	45,86	138,22
37	0,080	48,21	137,71

Wykres NPV - czas

Czas [lat(a)]	NPV [zł]
14	12956,89
15	14645,41
16	16382,86
17	18170,68
18	20010,31
19	21903,27
20	**23851,10**
21	25855,39
22	27917,77
23	30039,93
24	32223,61
25	34470,58

Materiał izolacyjny	
styropian 031	
Współczynnik λ:	0,031 W/(m·K)
Optymalna grubość:	32 cm
Nakłady:	6249,24 zł

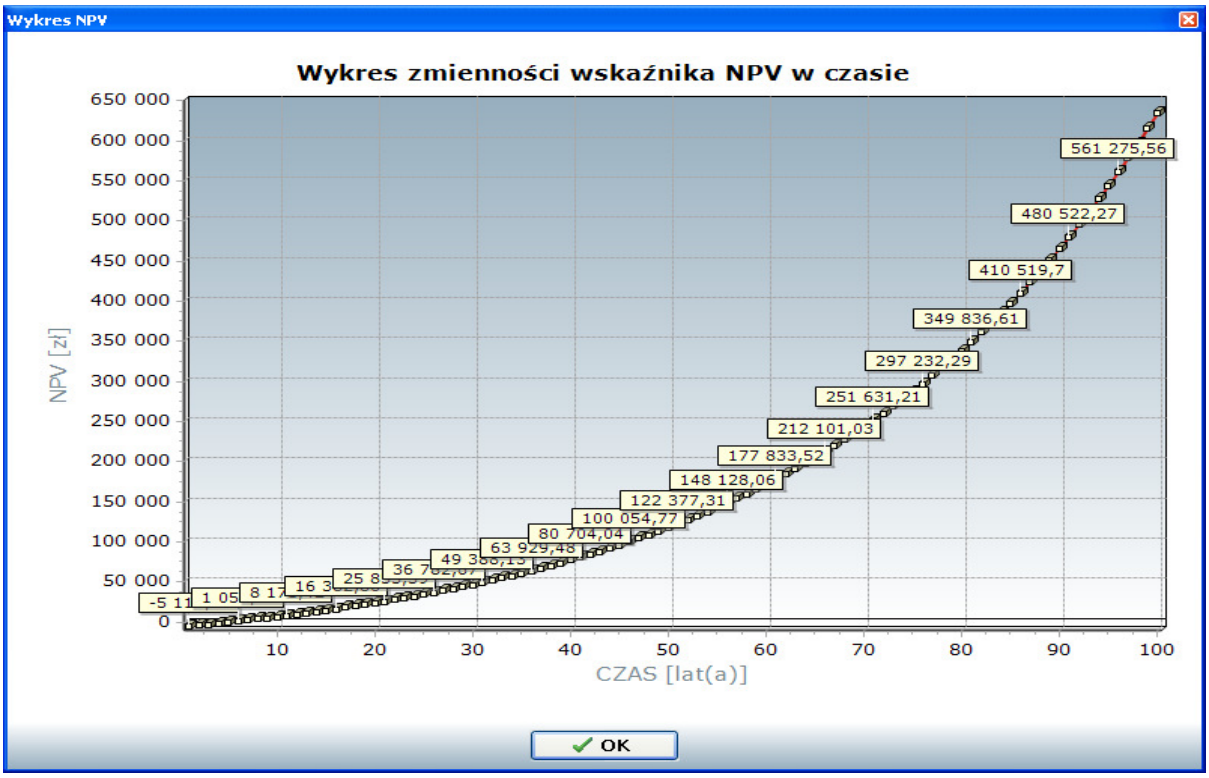
Straty przed	Straty po	Oszczędności
4517 kWh/rok	1409 kWh/rok	3108 kWh/rok
1598,65 zł/rok	498,71 zł/rok	1099,93 zł/rok
		69 %

Efektywność ekonomiczna	
SPBT:	5,7 lat(a)
DPBT:	5,2 lat(a)
NPV:	23851,10 zł

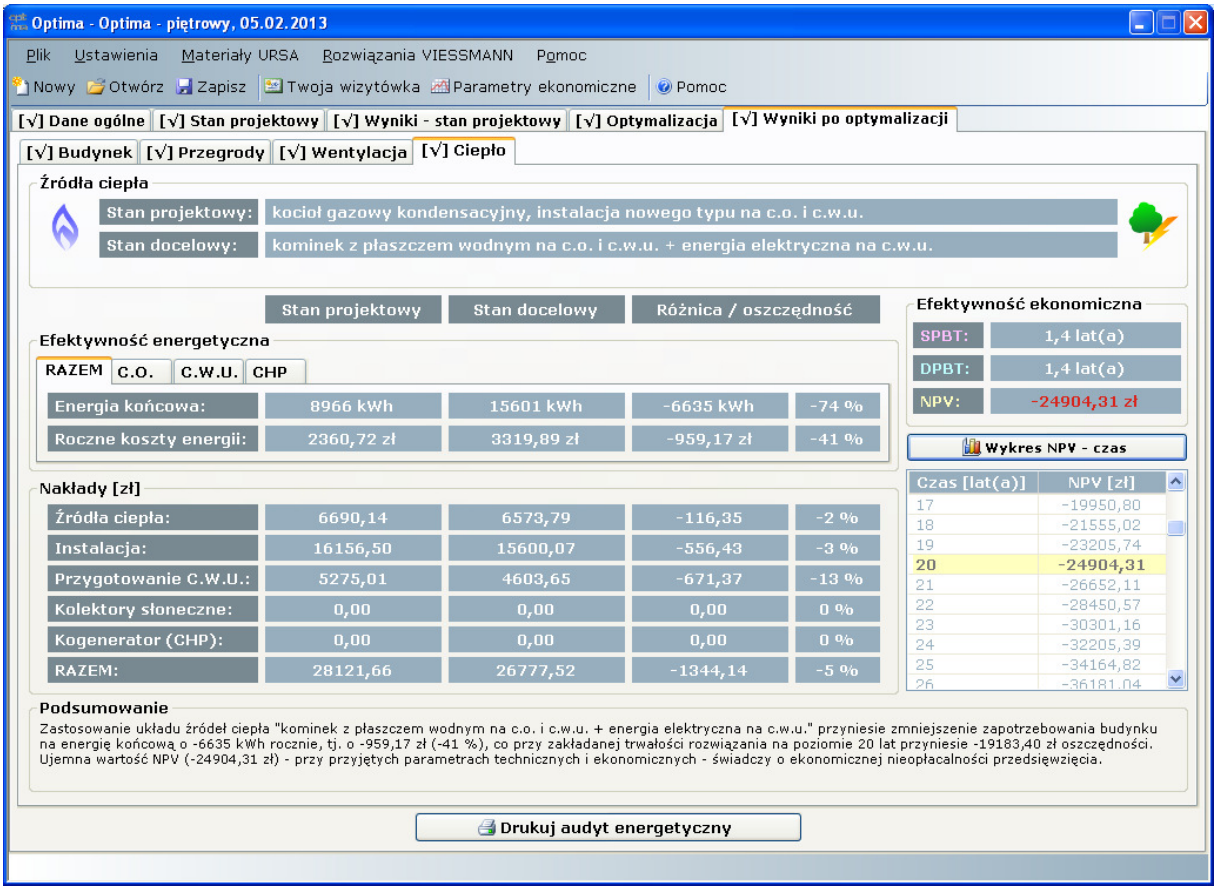
Wsp. przenikania ciepła - U [W/(m²·K)]	
Stan projektowy:	0,295
Maksymalny wg WT2008:	0,300
Z optymalnym docieplenieniem:	0,092

Podsumowanie

Docieplenie przegrody typu silikat drążony gr. 25 cm z izolacją materiałem styropian 031 o gr. 32 cm zamiast 12 cm materiału wełna mineralna 042 przyniesie zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie o 3108 kWh rocznie, tj. o 1099,93 zł (69 %), co przy jej zakładanej trwałości na poziomie 20 lat przyniesie 21998,60 zł oszczędności.
Dodatnia wartość NPV (23851,10 zł w kontekście całej przegrody) - przy przyjętych parametrach technicznych i ekonomicznych - świadczy o ekonomicznej opłacalności przedsięwzięcia.

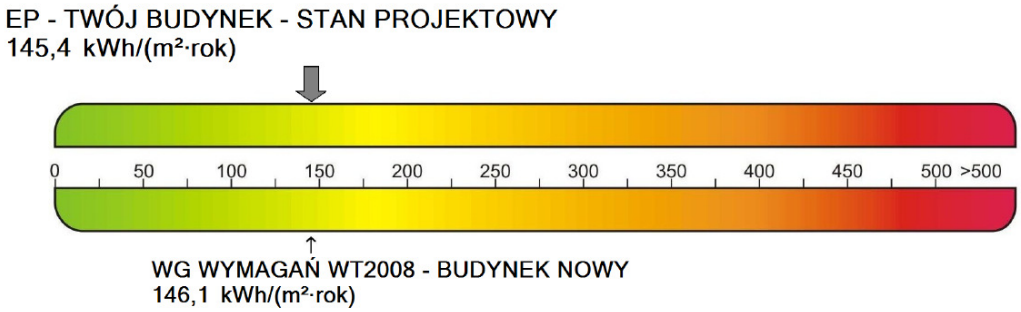


WYNIKI OPTYMALIZACJI ŹRÓDŁA CIEPŁA



WYDRUKI – CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA

Projektowana charakterystyka energetyczna budynku



Wskaźniki zapotrzebowania na energię

	EUco [kWh/(m²·rok)]	EK [kWh/(m²·rok)]	EP [kWh/(m²·rok)]
Twój budynek	111,9	129,7	145,4
Budynek nowy wg WT2008	brak wymagań	brak wymagań	146,1

Projektowe obciążenie cieplne

Na ogrzewanie i wentylację	11,2 kW
Na ciepłą wodę użytkową	7,2 kW
Razem	18,3 kW

Koszty eksploatacji budynku

Roczny koszt ogrzewania	3117,76 zł
Miesięczny koszt ogrzewania	1,99 zł/m²
Roczny koszt podgrzania wody użytkowej	618,32 zł
Roczny łączny koszt energii	3736,08 zł

Informacje o budynku

Ostatnia kondygnacja	użytkowa
Liczba kondygnacji użytkowych	2
Powierzchnia użytkowa	130,56 m²
Liczba mieszkańców	3
Strefa klimatyczna	III
Stacja meteorologiczna	Kraków Balice

Wentylacja

naturalna - z nawiewnikami ciśnieniowymi i sterowanymi ręcznie, działająca okresowo
wymiana powietrza: 432,00 m³/h

Przegrody

Ściany zewnętrzne

ściana dwuwarstwowa
mur z cegły ceramicznej pełnej gr. 25 cm z izolacją

Powierzchnia: 164,34 m²

Konstrukcja przegrody - stan projektowy

Materiał	Współczynnik λ [W/(m·K)]	Grubość [cm]
tynk cementowo-wapienny	0,820	1,00
mur z cegły ceramicznej pełnej	0,770	25,00
styropian 031	0,031	9,00
dowolna elewacja, np.tynk cementowo-wapienny	0,820	1,00

Współczynniki przenikania ciepła

Współczynnik przenikania ciepła Twojej ściany	0,292 W/(m²·K)
Maksymalny współczynnik przenikania ciepła ściany wg WT2008	0,300 W/(m²·K)

Podłogi

podłoga na betonie - ceramika
podłoga na gruncie na podkładzie betonowym z posadzką z płytek ceramicznych

Powierzchnia: 96,00 m²

Konstrukcja przegrody - stan projektowy

Materiał	Współczynnik λ [W/(m·K)]	Grubość [cm]
płytki ceramiczne lub kamienne	1,300	1,50
podkład z betonu pod posadzkę	1,400	5,00
izolacja wodna	0,230	0,05
styropian podłogowy	0,036	6,00
izolacja wodna i paroizolacyjna, np. 2x papa na lepiku	0,180	0,50
chudy beton	1,000	10,00
piasek	0,400	10,00

Współczynniki przenikania ciepła

Współczynnik przenikania ciepła Twojej podłogi	0,442 W/(m²·K)
Maksymalny współczynnik przenikania ciepła podłogi wg WT2008	0,500 W/(m²·K)

Dach

dach szkieletowy
dach szkieletowy z dodatkową izolacją termiczną o gr. 5 cm

Powierzchnia: 135,76 m²

Konstrukcja przegrody - stan projektowy

Materiał	Współczynnik λ [W/(m·K)]	Grubość [cm]
płyty gipsowo-kartonowe	0,230	1,25
folia paroizolacyjna	0,230	0,05
wełna mineralna 035 - pod krokwiami	0,035	5,00
wełna mineralna 035 - między krokwiami	0,035	12,00
folia wiatroizolacyjna	0,230	0,05
dobrze wentylowana warstwa powietrza	-	3,00
dowolne pokrycie, np. dachówka ceramiczna	1,000	1,50

Współczynniki przenikania ciepła

Współczynnik przenikania ciepła Twojego dachu	0,247 W/(m²·K)
Maksymalny współczynnik przenikania ciepła dachu wg WT2008	0,250 W/(m²·K)

Stolarka

Okna

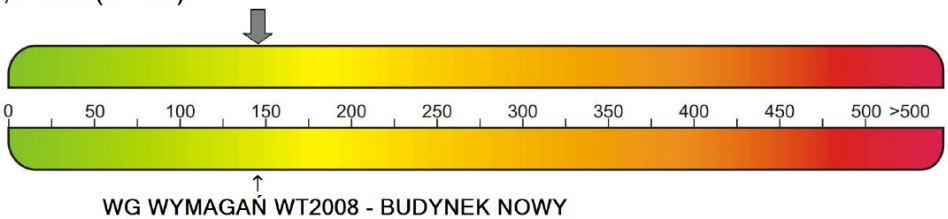
Orientacja	Rodzaj	Powierzchnia [m²]	Współczynnik U [W/(m²·K)]	Współczynnik gc
N	PCV pięciokomorowe z wkładką termiczną - dwuszybowe z powłoką emisyjną o Uw=1,30 W/m²K i gG=0,63	3,53	1,30	0,57
S	PCV pięciokomorowe z wkładką termiczną - dwuszybowe z powłoką emisyjną o Uw=1,30 W/m²K i gG=0,63	8,23	1,30	0,57
W	PCV pięciokomorowe z wkładką termiczną - dwuszybowe z powłoką emisyjną o Uw=1,30 W/m²K i gG=0,63	5,88	1,30	0,57
E	PCV pięciokomorowe z wkładką termiczną - dwuszybowe z powłoką emisyjną o Uw=1,30 W/m²K i gG=0,63	5,88	1,30	0,57

WYDRUKI AUDYT ENERGETYCZNY - WARIANT OPTYMALNY

Po optymalizacji program generuje wydruk porównawczy charakterystyki energetycznej budynku przed i po optymalizacji. Prezentacja wyników jest czytelna i zawiera wszystkie niezbędne dane energetyczne i ekonomiczne.

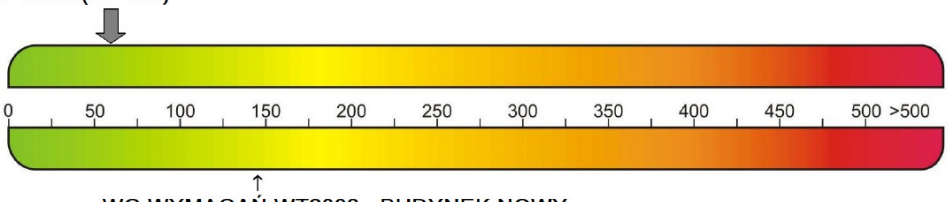
Audyt energetyczny budynku

EP - TWÓJ BUDYNEK - STAN PROJEKTOWY
145,4 kWh/(m²·rok)



WG WYMAGAŃ WT2008 - BUDYNEK NOWY
146,1 kWh/(m²·rok)

EP - TWÓJ BUDYNEK - PO OPTYMALIZACJI
59,1 kWh/(m²·rok)



WG WYMAGAŃ WT2008 - BUDYNEK NOWY
146,1 kWh/(m²·rok)

Wskaźniki zapotrzebowania na energię

	EUco [kWh/(m²·rok)]	EK [kWh/(m²·rok)]	EP [kWh/(m²·rok)]
Twój budynek - stan projektowy	111,9	129,7	145,4
Twój budynek - po optymalizacji	20,2	51,0	59,1
Budynek nowy wg WT2008	brak wymagań	brak wymagań	146,1

Projektowe obciążenie cieplne

	Stan projektowy [kW]	Po optymalizacji [kW]	Oszczędność [kW]	Oszczędność [%]
Na ogrzewanie i wentylację	11,2	4,1	7,0	63 %
Na ciepłą wodę użytkową	7,2	7,2	-	-
Razem	18,3	11,3	7,0	38 %

Koszty eksploatacji budynku

	Stan projektowy	Po optymalizacji	Oszczędność	Oszczędność
Roczny koszt ogrzewania	3117,76 zł	805,70 zł	2312,06 zł	74 %
Miesięczny koszt ogrzewania	1,99 zł/m²	0,51 zł/m²	1,48 zł/m²	74 %
Roczny koszt podgrzania wody użytkowej	618,32 zł	701,76 zł	-83,44 zł	-13 %
Roczny łączny koszt energii	3736,08 zł	1507,46 zł	2228,62 zł	60 %

Informacje o budynku

Ostatnia kondygnacja	użytkowa
Liczba kondygnacji użytkowych	2
Powierzchnia użytkowa	130,56 m²
Liczba mieszkańców	3
Strefa klimatyczna	III
Stacja meteorologiczna	Kraków Balice

Wentylacja

Stan projektowy	naturalna	z nawiewnikami ciśnieniowymi i sterowanymi ręcznie, działająca okresowo
Stan docelowy		mechaniczna z rekuperatorem o η=85%, działająca okresowo

Efektywność energetyczna

	Stan projektowy	Stan docelowy	Oszczędność	Oszczędność
Wymiana powietrza	432,00 m³/h	403,20 m³/h	28,80 m³/h	7 %
Roczne straty ciepła	7935 kWh	1018 kWh	6916 kWh	87 %
Roczne koszty energii	2128,96 zł	284,18 zł	1844,78 zł	87 %

Nakłady [zł]

	Stan projektowy	Stan docelowy	Różnica	Różnica
Nawiewniki / system	1123,20	14607,94	13484,74	1201 %
Kominy / kanały	7180,80	14065,23	6884,43	96 %
Wymiennik gruntowy	0,00	0,00	0,00	0 %
Czyszczenie instalacji	0,00	3440,78	3440,78	-
RAZEM	8304,00	32113,94	23809,94	287 %

Wzrost kosztu inwestycji na 1 m² powierzchni użytkowej	182,37 zł/m² p.u.

Efektywność ekonomiczna

Prosty czas zwrotu (SPBT)	12,9 lat(a)
Dynamiczny czas zwrotu (DPBT)	11,4 lat(a)
Wartość bieżąca netto (NPV) dla 20 lat	21619,56 zł

Podsumowanie

Zastosowanie wentylacji typu "mechaniczna z rekuperatorem o η=85%, działająca okresowo" przyniesie zmniejszenie strat ciepła na wentylację budynku o 6916 kWh rocznie, tj. o 1844,78 zł (87 %), co przy zakładanej trwałości rozwiązania na poziomie 20 lat przyniesie 36895,60 zł oszczędności.
Dodatnia wartość NPV (21619,56 zł) - przy przyjętych parametrach technicznych i ekonomicznych - świadczy o ekonomicznej opłacalności przedsięwzięcia.

Ogrzewanie i ciepła woda użytkowa

Stan projektowy	kocioł gazowy kondensacyjny VIESSMANN na c.o. i c.w.u., instalacja niskotemperaturowa, np. 40/30
Stan docelowy	kocioł gazowy niskotemperaturowy VIESSMANN na c.o. i c.w.u.

Ceny paliw

	Paliwo	Cena
Stan projektowy	gaz wysokometanowy GZ-50	1,90 zł/m³
	energia elektryczna	0,55 zł/kWh
Stan docelowy	gaz wysokometanowy GZ-50	1,90 zł/m³
	energia elektryczna	0,55 zł/kWh

Efektywność energetyczna

Centralne ogrzewanie	Stan projektowy	Stan docelowy	Oszczędność	Oszczędność
Zapotrzebowanie na energię końcową	2635 kWh	3423 kWh	-788 kWh	-30 %
Roczne koszty ogrzewania i wentylacji	619,46 zł	805,70 zł	-186,24 zł	-30 %

Ciepła woda użytkowa	Stan projektowy	Stan docelowy	Oszczędność	Oszczędność
Zapotrzebowanie na energię końcową	2856 kWh	3241 kWh	-385 kWh	-13 %
Roczne koszty podgrzania wody	618,32 zł	701,76 zł	-83,44 zł	-13 %

RAZEM (C.O. + C.W.U.)	Stan projektowy	Stan docelowy	Oszczędność	Oszczędność
Zapotrzebowanie na energię końcową	5491 kWh	6664 kWh	-1173 kWh	-21 %
Roczne koszty energii	1237,78 zł	1507,46 zł	-269,68 zł	-22 %

Nakłady [zł]

	Stan projektowy	Stan docelowy	Różnica	Różnica
Źródła ciepła	3674,02	2808,73	-865,29	-24 %
Instalacja	15501,06	16558,83	1057,77	7 %
Przygotowanie C.W.U.	3785,68	3746,25	-39,43	-1 %
Kolektory słoneczne	0,00	0,00	0,00	0 %
Kogeneracja (CHP)	0,00	0,00	0,00	0 %
RAZEM	22960,76	23113,80	153,04	1 %

Wzrost kosztu inwestycji na 1 m² powierzchni użytkowej	1,17 zł/m² p.u.

Efektywność ekonomiczna

Prosty czas zwrotu (SPBT)	- lat(a)
Dynamiczny czas zwrotu (DPBT)	- lat(a)
Wartość bieżąca netto (NPV) dla 15 lat	-4887,32 zł

Podsumowanie

Zastosowanie układu źródeł ciepła "kocioł gazowy niskotemperaturowy VIESSMANN na c.o. i c.w.u." przyniesie zmniejszenie zapotrzebowania budynku na energię końcową o -1173 kWh rocznie, tj. o -269,68 zł (-22 %), co przy zakładanej trwałości rozwiązania na poziomie 15 lat przyniesie -4045,20 zł oszczędności.
Ujemna wartość NPV (-4887,32 zł) - przy przyjętych parametrach technicznych i ekonomicznych - świadczy o ekonomicznej nieopłacalności przedsięwzięcia.

Przegrody

Ściany zewnętrzne

ściana dwuwarstwowa
mur z cegły ceramicznej pełnej gr. 25 cm z izolacją

Powierzchnia: 164,34 m²

Konstrukcja przegrody - stan projektowy

Materiał	Współczynnik λ [W/(m·K)]	Grubość [cm]
tynk cementowo-wapienny	0,820	1,00
mur z cegły ceramicznej pełnej	0,770	25,00
styropian 031	0,031	9,00
dowolna elewacja, np.tynk cementowo-wapienny	0,820	1,00

Ocieplenie materiałem z projektu: styropian 031

Styropian z grafitem o lambda 0,031 W/mK.

Współczynnik przewodzenia ciepła λ	0,031 W/(m·K)
Cena zakupu materiału	200,00 zł/m³
Cena wykonania ocieplenia	123,30 zł/m²
Optymalna grubość ocieplenia	28 cm
Całkowity koszt ocieplenia	44,65 zł/m² 7337,78 zł
Wzrost kosztu inwestycji na 1 m² powierzchni użytkowej	56,20 zł/m² p.u.

Współczynniki przenikania ciepła

Współczynnik przenikania ciepła Twojej ściany - stan projektowy	0,292 W/(m²·K)
Maksymalny współczynnik przenikania ciepła ściany wg WT2008	0,300 W/(m²·K)
Współczynnik przenikania ciepła Twojej ściany - z optymalnym dociepleniem	0,105 W/(m²·K)

Oszczędności w eksploatacji

Straty przez przegrodę - stan projektowy	4320 kWh/rok	1322,40 zł/rok
Straty przez przegrodę - z optymalnym dociepleniem	1548 kWh/rok	473,82 zł/rok
Oszczędności	2772 kWh/rok 64%	848,57 zł/rok 16971,40 zł w 20 lat

Efektywność ekonomiczna

Prosty czas zwrotu (SPBT)	8,6 lat(a)
Dynamiczny czas zwrotu (DPBT)	7,9 lat(a)
Wartość bieżąca netto (NPV) dla 20 lat	13559,21 zł

Podsumowanie

Docieplenie przegrody typu mur z cegły ceramicznej pełnej gr. 25 cm z izolacją materiałem styropian 031 o gr. 28 cm zamiast 9 cm przyniesie zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie o 2772 kWh rocznie, tj. o 848,57 zł (64 %), co przy jej zakładanej trwałości na poziomie 20 lat przyniesie 16971,40 zł oszczędności.
Dodatnia wartość NPV (13559,21 zł w kontekście całej przegrody) - przy przyjętych parametrach technicznych i ekonomicznych - świadczy o ekonomicznej opłacalności przedsięwzięcia.

Podłogi

podłoga na betonie - ceramika
podłoga na gruncie na podkładzie betonowym z posadzką z płytek ceramicznych

Powierzchnia: 96,00 m²

Konstrukcja przegrody - stan projektowy

Materiał	Współczynnik λ [W/(m·K)]	Grubość [cm]
płytki ceramiczne lub kamienne	1,300	1,50
podkład z betonu pod posadzkę	1,400	5,00
izolacja wodna	0,230	0,05
styropian podłogowy	0,036	6,00
izolacja wodna i paroizolacyjna, np. 2x papa na lepiku	0,180	0,50
chudy beton	1,000	10,00
piasek	0,400	10,00

Ocieplenie materiałem z projektu: styropian podłogowy

Styropian podłogowy o lambda 0,036 W/mK.

Współczynnik przewodzenia ciepła λ	0,036 W/(m·K)
Cena zakupu materiału	165,00 zł/m³
Cena wykonania ocieplenia	117,00 zł/m²
Optymalna grubość ocieplenia	30 cm
Całkowity koszt ocieplenia	44,40 zł/m² 4262,40 zł
Wzrost kosztu inwestycji na 1 m² powierzchni użytkowej	32,65 zł/m² p.u.

Współczynniki przenikania ciepła

Współczynnik przenikania ciepła Twojej podłogi - stan projektowy	0,442 W/(m²·K)
Maksymalny współczynnik przenikania ciepła podłogi wg WT2008	0,500 W/(m²·K)
Współczynnik przenikania ciepła Twojej podłogi - z optymalnym dociepleniem	0,112 W/(m²·K)

Oszczędności w eksploatacji

Straty przez przegrodę - stan projektowy	1350 kWh/rok	413,19 zł/rok
Straty przez przegrodę - z optymalnym dociepleniem	504 kWh/rok	154,23 zł/rok
Oszczędności	846 kWh/rok 63%	258,96 zł/rok 6474,00 zł w 25 lat

Efektywność ekonomiczna

Prosty czas zwrotu (SPBT)	16,5 lat(a)
Dynamiczny czas zwrotu (DPBT)	14,2 lat(a)
Wartość bieżąca netto (NPV) dla 25 lat	4130,63 zł

Podsumowanie

Docieplenie przegrody typu podłoga na gruncie na podkładzie betonowym z posadzką z płytek ceramicznych materiałem styropian podłogowy o gr. 30 cm zamiast 6 cm przyniesie zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie o 846 kWh rocznie, tj. o 258,96 zł (63 %), co przy jej zakładanej trwałości na poziomie 25 lat przyniesie 6474,00 zł oszczędności.
Dodatnia wartość NPV (4130,63 zł w kontekście całej przegrody) - przy przyjętych parametrach technicznych i ekonomicznych - świadczy o ekonomicznej opłacalności przedsięwzięcia.

Dach

dach szkieletowy
dach szkieletowy z dodatkową izolacją termiczną o gr. 5 cm

Powierzchnia: 135,76 m²

Konstrukcja przegrody - stan projektowy

Materiał	Współczynnik λ [W/(m·K)]	Grubość [cm]
płyty gipsowo-kartonowe	0,230	1,25
folia paroizolacyjna	0,230	0,05
wełna mineralna 035 - pod krokwiami	0,035	5,00
wełna mineralna 035 - między krokwiami	0,035	12,00
folia wiatroizolacyjna	0,230	0,05
dobrze wentylowana warstwa powietrza	-	3,00
dowolne pokrycie, np. dachówka ceramiczna	1,000	1,50

Ocieplenie materiałem alternatywnym: wełna mineralna 039

Wełna mineralna o lambda 0,039 W/mK.

Współczynnik przewodzenia ciepła λ	0,039 W/(m·K)
Cena zakupu materiału	250,00 zł/m³
Cena wykonania ocieplenia	89,25 zł/m²
Optymalna grubość ocieplenia pod krokwiami	18 cm
Całkowity koszt ocieplenia	105,75 zł/m² 14357,10 zł
Wzrost kosztu inwestycji na 1 m² powierzchni użytkowej	109,97 zł/m² p.u.

Współczynniki przenikania ciepła

Współczynnik przenikania ciepła Twojego dachu - stan projektowy	0,247 W/(m²·K)
Maksymalny współczynnik przenikania ciepła dachu wg WT2008	0,250 W/(m²·K)
Współczynnik przenikania ciepła Twojego dachu - z optymalnym dociepleniem	0,129 W/(m²·K)

Oszczędności w eksploatacji

Straty przez przegrodę - stan projektowy	3016 kWh/rok	923,22 zł/rok
Straty przez przegrodę - z optymalnym dociepleniem	1570 kWh/rok	480,69 zł/rok
Oszczędności	1446 kWh/rok 48%	442,53 zł/rok 11063,25 zł w 25 lat

Efektywność ekonomiczna

Prosty czas zwrotu (SPBT)	32,4 lat(a)
Dynamiczny czas zwrotu (DPBT)	25,0 lat(a)
Wartość bieżąca netto (NPV) dla 25 lat	-14,44 zł

Podsumowanie

Docieplenie przegrody typu dach szkieletowy z dodatkową izolacją termiczną o gr. 5 cm z 12 cm izolacji między krokwiami materiałem wełna mineralna 039 o gr. 18 cm zamiast 5 cm materiału wełna mineralna 035 przyniesie zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie o 1446 kWh rocznie, tj. o 442,53 zł (48 %), co przy jej zakładanej trwałości na poziomie 25 lat przyniesie 11063,25 zł oszczędności.
Niedodatnia wartość NPV (-14,44 zł w kontekście całej przegrody) - przy przyjętych parametrach technicznych i ekonomicznych - świadczy o ekonomicznej nieopłacalności przedsięwzięcia.

Okna

Orientacja	Rodzaj	Powierzchnia [m²]	Współczynnik U [W/(m²·K)]	Współczynnik gc
N	PCV pięciokomorowe z wkładką termiczną - dwuszybowe z powłoką emisyjną o Uw=1,30 W/m²K i gG=0,63	3,53	1,30	0,57
S	PCV pięciokomorowe z wkładką termiczną - dwuszybowe z powłoką emisyjną o Uw=1,30 W/m²K i gG=0,63	8,23	1,30	0,57
W	PCV pięciokomorowe z wkładką termiczną - dwuszybowe z powłoką emisyjną o Uw=1,30 W/m²K i gG=0,63	5,88	1,30	0,57
E	PCV pięciokomorowe z wkładką termiczną - dwuszybowe z powłoką emisyjną o Uw=1,30 W/m²K i gG=0,63	5,88	1,30	0,57

Drzwi

Orientacja	Rodzaj	Powierzchnia [m²]	Współczynnik U [W/(m²·K)]
W	drewniane energooszczędne	4,14	0,80