



Proces przygotowania inwestycji energooszczędnych - etapy działania i optymalizacja poszczególnych rozwiązań

Jerzy Żurawski

**Dolnośląska Agencja Energii i Środowiska
Stowarzyszenie na Rzecz Zrównoważonego Rozwoju**





Etapy procesu inwestycyjnego

- **Etap 1** – koncepcja architektoniczno-energetyczna minimum
- **Etap 2** – Optymalizacja rozwiązań
- **Etap 3** – Opracowanie projektu budowlanego
- **Etap 4** – Opracowanie projektu wykonawczego
- **Etap 5** – Wykonanie zaplanowanego budynku
- **Etap 6** – Monitoring zużycia energii i optymalizacja procesów zarządzania energią





Proces przygotowania i realizacji inwestycji

Modelowy przebieg inwestycji

1. Prezentacja oczekiwań i możliwości ekonomicznych inwestora.
2. Wstępne analizy i weryfikacja z lokalnie obowiązującym prawem:
 - założenia architektoniczne,
 - założenia energetyczne,
3. Koncepcja architektoniczna i energetyczna.
4. Wstępna analiza optymalizacja rozwiązań.
5. Konfrontacja oczekiwań (złożeń), ograniczeń prawnych i optymalnych rozwiązań.
6. Zaakceptowana koncepcja jako wytyczne do projektu budowlanego.
7. Projekt budowlany.
 - Warunek podstawowy – utrzymanie zużycia energii w budynku na racjonalnie niskim poziomie
 - Wykorzystanie ekonomicznie i technicznie uzasadnionych rozwiązań opartych o OZE
8. Projekt wykonawczy
9. Realizacja inwestycji
10. Weryfikacja przyjętych rozwiązań i efektu procesu inwestycyjnego





Prezentacja oczekiwań i możliwości ekonomicznych inwestora.

Początek realizacji inwestycji to dyskusja nad oczekiwaniami i możliwościami inwestora:

1. Oczekiwania będą decydować o efektywności energetycznej poszczególnych rozwiązań oraz o...
2. Kosztach inwestycji zwłaszcza jeżeli chodzi o znacznie podwyższoną jakość energetyczną budynku.

Propozycja wyceny inwestycji :

Energochłonność budynku	EU c.o.	EU c.w.u.	Koszty	Wzrost kosztów	Af powierzania szkoły w Budzowie	Koszty inwestycji netto	Szkoła w Budzowie (brutto)
	[kWh/m2rok]	[kWh/m2rok]	[zł/m2]	[zł/m2]	[m2]	[zł]	[zł]
Minimum wymagań prawnych	80	25	3458	1	822	2 842 323 zł	3 496 057 zł
Energooszczędny	55	25	3654	1,06	822	3 003 269 zł	3 694 021 zł
Niskoenergetyczny	35	25	3905	1,13	822	3 209 590 zł	3 947 796 zł
Pasywny	15	20	4423	1,28	822	3 635 316 zł	4 471 439 zł
zero energetyczny	10	20	4694	1,36	822	3 858 581 zł	4 746 054 zł

$$Koszt = 3500 + 6585 \cdot EU_{c.o.}^{(-0,147)}$$

$$Koszt = C + 6585 \cdot EU_{c.o.}^{(-0,147)}$$





Współczynnik korekcyjne do wyceny

Województwo	Współczynnik korekcji kosztów ze względu na lokalizację K_{or}
Dolnośląskie	1
Mazowieckie	1,18
Lubuskie	0,88
Wielkopolskie	1,09
Zachodniopomorskie	1,08

Energochłonność budynku	EU c.o.
	[kWh/m2rok]
Minimum wymagań prawnych	80
Energooszczędny	55
Niskoenergetyczny	35
Pasywny	15
zero energetyczny	10

$$Koszt = K_{or}(C + 6585 \cdot EUc.o.^{(-0,147)}) A_f$$

gdzie:

K_{ko} - Współczynnik korekcji kosztów ze względu na lokalizację

C – średnia cena 1 m² budowy budynku wg aktualnych wymagań prawnych, dla budynku termomodernizowanego $C = 0$

EU c.o. – jakość energetyczna budynku wyrażona w kWh/m²rok

A_f – przewidywana powierzchnia ogrzewana budynku





Wskaźniki energochłonności

Domek jednorodzinny						
Energochłonność budynku	EU c.o.	EU c.w.u.	EK _A	EK _V	EP _A	EP _V
	[kWh/m2rok]	[kWh/m2rok]	[kWh/m2rok]	[kWh/m3rok]	[kWh/m2rok]	[kWh/m3rok]
Minimum wymagań prawnych	80	25	132,93	49,2	146,23	54,2
energooszczędny	55	25	105,82	39,2	111,78	41,4
nieskoenergetyczny	35	25	56,80	21,0	170,40	63,1
pasywny	15	20	15,01	5,6	35,58	13,2
Zero-energetyczny	10	20	13,27	4,9	27,21	10,1

Budynek wielorodzinny						
Energochłonność budynku	EU c.o.	EU c.w.u.	EK _A	EK _V	EP _A	EP _V
	[kWh/m2rok]	[kWh/m2rok]	[kWh/m2rok]	[kWh/m3rok]	[kWh/m2rok]	[kWh/m3rok]
Minimum wymagań prawnych	60	45	160,87	53,6	176,95	59,0
energooszczędny	40	45	138,94	46,3	143,33	47,8
nieskoenergetyczny	30	42	98,06	32,7	294,18	98,1
pasywny	15	40	28,64	9,5	64,29	21,4
zeroenergetyczny	15	40	28,28	9,4	55,99	18,7





Wskaźniki energochłonności

Szkoła						
Energochłonność budynku	EU c.o.	EU c.w.u.	EK _A	EK _V	EP _A	EP _V
	[kWh/m2rok]	[kWh/m2rok]	[kWh/m2rok]	[kWh/m3rok]	[kWh/m2rok]	[kWh/m3rok]
Minimum wymagań prawnych	120	10	154,43	44,1	169,87	48,5
energooszczędny	70	10	99,62	28,5	107,30	30,7
nieskoenergetyczny	45	9	34,56	9,9	103,67	29,6
pasywny	15	8	9,81	2,8	24,75	7,1
Zero energetyczny	15	8	9,45	2,7	22,09	6,3

Budynek wielorodzinny						
Energochłonność budynku	EU c.o.	EU c.w.u.	EK _A	EK _V	EP _A	EP _V
	[kWh/m2rok]	[kWh/m2rok]	[kWh/m2rok]	[kWh/m3rok]	[kWh/m2rok]	[kWh/m3rok]
Minimum wymagań prawnych	60	45	160,87	53,6	176,95	59,0
energooszczędny	40	45	138,94	46,3	143,33	47,8
nieskoenergetyczny	30	42	98,06	32,7	294,18	98,1
pasywny	15	40	28,64	9,5	64,29	21,4
Zero energetyczny	15	40	28,28	9,4	55,99	18,7





Pozyskanie niezbędnej informacji możliwościach i ograniczeniach prawnych.

Planowana budowa lub termomodernizacja budynku musi spełnić kilka podstawowych wymogów prawnych w zakresie:

1. Zgodności z Prawem budowlanym,
2. Zgodności z lokalnym planem zagospodarowania przestrzennego lub z wydanymi warunkami zabudowy.
3. Zgodności z lokalną strategią energetyczną czyli z Planem zapotrzebowania w energię, elektryczną, ciepłą ...)?

Ponadto należy stwierdzić czy:

1. Czy są jakieś ograniczenia konserwatorskie, czy jest (będzie) w strefie konserwatorskiej, czy budynek jest pod nadzorem konserwatorskim,?
2. Jak wielką dysponujemy działką budowlaną i czy jest swobodny dostęp do mediów, zwłaszcza energetycznych?
3. Czy jest rozwinięty lokalny rynek energii odnawialnej (rynek biomasy-pelet's, zrębki, szczapy drewna... ?
4. Czy dystrybutor energii jest skłonny przyjmować energię elektryczną do sieci?





Koncepcja architektoniczna oraz energetyczna.

Ze względu na wprowadzane coraz ostrzejsze wymagania w zakresie:

- jakości energetycznej,
- wykorzystania energii odnawialnej do własnych celów,
- energii produkowanej i dostarczanej do sieci

rozwiązania architektoniczne będą coraz bardziej powiązane z rozwiązaniami konstrukcyjnymi i energetycznymi.

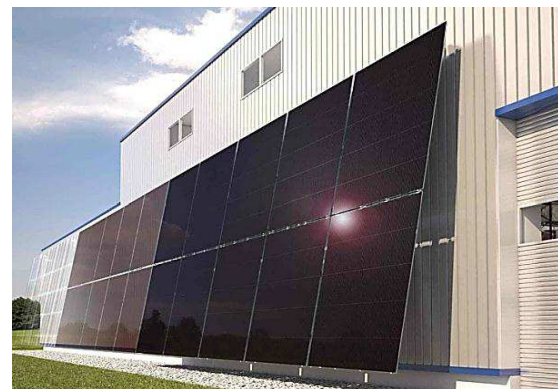
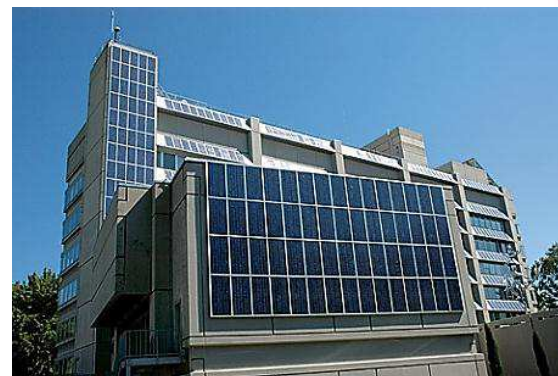
Wprowadzane będą rozwiązania umożliwiające produkcje energii, które staje się integralną częścią architektury:

1. Kolektory słoneczne.
2. Kolektory fotowoltaiczne.
3. Wymienniki gruntowe do pomp ciepła (które wymagają spełnienia odpowiednich wymagań terenowych.
4. Wentylacja z odzyskiem ciepła oraz z wykorzystaniem ciepła w okresie zimowym o chłodu w okresie letnim związana z gruntem.





Dolnośląska Agencja Energii i Środowiska





Poszukiwanie rozwiązań optymalnych

Wskazanie rozwiązań racjonalnych – optymalnych wymaga podejścia iteracyjnego:

1. Krok pierwszy – szacunkowe określenie wartości optymalnych, architektoniczno-energetycznej. W ramach koncepcji należy wyznaczyć
 - Optymalne parametry izolacyjne nieprzeźroczystych przegród budowlanych
 - Optymalne parametry izolacyjne przeźroczystych przegród budowlanych
 - Optymalne rozwiązania w zakresie wentylacji
 - Optymalne rozwiązania w zakresie źródła energii (ciepła)
 - Optymalne rozwiązania w zakresie oświetlenia
 - Optymalne rozwiązania w zakresie OZE i kogeneracji
2. Krok drugi – opracowanie projektu w oparciu o przyjęte założenia w zakresie.
3. Krok trzeci – szczegółowa analiza przyjętych założeń w zakresie fizyki budowli:
 - Analiza wpływu mostków cieplnych w odniesieniu do H_{tr}
 - Analiza występowania zagrożenia w zakresie występowania międzywarstwowej kondensacji pary wodnej w przegrodzie
 - Analiza zagrożenia rozwoju pleśni na wewnętrznej powierzchni przegrody
4. Krok czwarty - opracowanie charakterystyki energetycznej i weryfikacja przyjętych założeń.





Istotne z punktu widzenia inwestora

Istotne z punktu widzenia inwestora jest stosowanie rozwiązań opłacalnych. Inwestor oczekuje, że otrzyma informację czy budynek będzie się charakteryzował racjonalnie niskim zużyciem energii.

Oznacza to, że zastosowane rozwiązania będą dla inwestora ekonomicznie i technicznie korzystne .

Do wyznaczenia rozwiązań racjonalnych mogą posłużyć następujące wskaźniki ekonomiczne: SPBT, DPBT, NPV:

$$SPBT = \frac{K}{O}$$

$$NPV_N = I - Eo \sum_{i=1}^{i=N} \frac{(1+r)^i}{(1+s)^i}$$

K – Koszty inwestycji poprawiającej jakość energetyczną elementu budynku lub budynku

O – roczne oszczędności wynikające z wprowadzonych ulepszeń

N – czas ekspozycji , za maksymalną można przyjąć trwałość analizowanego elementu budynku [lata],

NPV_N – wartość bieżąca netto, (zdyskontowane korzyści jakie przyniesie inwestycja odniesione do dnia inwestycji),

SPBT – prosty czas zwrotu poniesionych nakładów [lata], poszukujemy wartości minimalnej

r – średni wzrost cen nośników energii

s – średnia utrata wartości pieniądza w czasie (może być inflacja, może być stopa dyskontowa)





Trwałość elementów budynku w zależności od konstrukcji ściany

Typ przegrody : ŚCIANY	Trwałość zależna od jakości zastosowanego materiały pod warunkiem realizacji procesów konserwacji i remontów [lat]		Zalecana wartość ekspozycji i niezbędna do obliczeń NPV
Ścian z elewacyjną cegłą klinkierową technologie tradycyjne (ściany wielowarstwowe)	35	70	40
Ścian z elewacyjną cegłą klinkierową nowe technologie cienkowarstwowe	17	22	20
Ściana z elewacją z tynku cienkowarstwowego (system ETIKS, BSO)	25	30	25
Ściana jednowarstwowa tynk cienkowarstwowy	25	30	25
Ściana warstwowa tynk tradycyjny	20	25	25
Budownictwo szkieletowe drewniane	20	30	25



Trwałość elementów budynku w zależności od konstrukcji stolarki

Typ przegrody: ŚCIANY	Trwałość zależna od jakości zastosowanego materiały pod warunkiem realizacji procesów konserwacji i remontów [lat]		Zalecana wartość ekspozycji i niezbędna do obliczeń NPV
Ścian z elewacyjną cegłą klinkierową technologie tradycyjne (ściany wielowarstwowe)	35	70	40
Ścian z elewacyjną cegłą klinkierową nowe technologie cienkowarstwowe	17	22	20
Ściana z elewacją z tynku cienkowarstwowego (system ETIKS, BSO)	25	30	25
Ściana jednowarstwowa tynk cienkowarstwowy	25	30	25
Ściana warstwowa tynk tradycyjny	20	25	25
Budownictwo szkieletowe drewniane	20	30	25





Trwałość elementów budynku w zależności od konstrukcji dachu.

Typ przegrody: DACHY	Rodzaj dachu	Trwałość zależna od jakości zastosowanego materiały pod warunkiem realizacji procesów konserwacji i remontów [lat]		Zalecana wartość ekspozycji i niezbędna do obliczeń NPV
Dachy z papy tradycyjnej (oksydowanej)	Płaski	10	12	10
Dachy z papy termozgrzewalnej podwójnej (modyfikowane SBS, APP)	Płaski	25	30	25
Dachy z pokryciem membraną na dachach płaskich z membraną PCV	Płaski	25	30	25
Dachy z pokryciem membraną na dachach płaskich z membraną kauczukową	Płaski	40	70	50
Dachy odwrócone	Płaski	20	30	25
Dachy z dachówki ceramicznej	Skośny	30	50	40
Dachy z dachówki betonowe	Skośny	25	45	30
Dachy z blachy powlekanej profilowanej	Skośny/płaski	15	25	20
Dachy z gonta papowego	Skośny	15	25	20
Dachy z gontu drewnianego	Skośny	15	25	20
Dachy-strzecha ze słomy	Skośny	10	15	12
Dachy-strzecha ze trzcina	Skośny	20	25	20

Trwałość a wskazanie ekonomicznie uzasadnionych parametrów budynku.

Trwałość ma istotny wpływ na wskazanie rozwiązań ekonomicznie uzasadnionych. Dla rozwiązań o długim okresie trwałości rozwiązania optymalne będą inne.

Przykłady:

Dach kryty papą o trwałości - N = 15 lat i membraną dachową (PVC) o trwałości N = 30 lat.

Wykres NPV - czas

Czas [lat(a)]	NPV [zł]
11	666,49
12	1222,90
13	1790,06
14	2368,17
15	2957,46
16	3558,14
17	4170,43
18	4794,54
19	5430,72
20	6079,19

Efektywność ekonomiczna

SPBT:	10,9 lat(a)
DPBT:	9,8 lat(a)
NPV:	2957,46 zł



STYROPIAN

Materiał izolacyjny

styropian 031	
Współczynnik λ:	0,031 W/(m·K)
Dodatkowa grubość:	15 cm
Nakłady:	4800,00 zł

Wsp. przenikania ciepła - U [W/(m²·K)]

Stan projektowany:	0,239
Maksymalny wg WT2008:	0,250
Z optymalnym dociepleniem:	0,111

Czas [lat(a)]	NPV [zł]
26	10577,26
27	11542,26
28	12525,91
29	13528,56
30	14550,59
31	15592,37
32	16654,28
33	17736,71
34	18840,05
35	19964,72

Efektywność ekonomiczna

SPBT:	15,6 lat(a)
DPBT:	13,6 lat(a)
NPV:	14550,59 zł



STYROPIAN

Materiał izolacyjny

styropian 031	
Współczynnik λ:	0,031 W/(m·K)
Dodatkowa grubość:	30 cm
Nakłady:	9000,00 zł

Wsp. przenikania ciepła - U [W/(m²·K)]

Stan projektowany:	0,239
Maksymalny wg WT2008:	0,250
Z optymalnym dociepleniem:	0,072

$$Wt = \frac{N}{SPBT} = \frac{15}{10,9} = 1,38$$

$$Wt = \frac{N}{SPBT} = \frac{30}{15,6} = 1,93$$





Przegroda: ściana zewnętrzna - mur z cegły ceramicznej pełnej gr. 38 cm z izolacją

Wykres NPV - grubość

d [cm]	U [W/(m²·K)]	Nu [zł/m²]	NPV [zł/m²]
5	0,192	15,00	7,45
6	0,181	17,00	8,36
7	0,171	19,00	8,96
8	0,162	21,00	9,28
9	0,154	23,00	9,38
10	0,147	25,00	9,27
11	0,140	27,00	9,00
12	0,134	29,00	8,57
13	0,128	31,00	8,01
14	0,123	33,00	7,34

Wykres NPV - czas

Czas [lat(a)]	NPV [zł]
6	-931,71
7	-214,02
8	517,48
9	1263,03
10	2022,93
11	2797,44
12	3586,84
13	4391,43
14	5211,48
15	6047,31

T = 10 lat

U=0,15 W/m²K

Materiał izolacyjny

styropian 031

Współczynnik λ: 0,031 W/(m·K)

Dodatkowa grubość: 9 cm

Nakłady: 4962,25 zł

Straty przed

5359 kWh/rok

1405,02 zł/rok

Straty po

2963 kWh/rok

776,92 zł/rok

Oszczędności

2396 kWh/rok

628,10 zł/rok

45 %

Efektywność ekonomiczna

SPBT: 7,9 lat(a)

DPBT: 7,3 lat(a)

NPV: 2022,93 zł

Wsp. przenikania ciepła - U [W/(m²·K)]

Stan projektowany: 0,278

Maksymalny wg WT2008: 0,300

Z optymalnym dociepleniem: 0,154

Przegroda: ściana zewnętrzna - mur z cegły ceramicznej pełnej gr. 38 cm z izolacją

Wykres NPV - grubość

d [cm]	U [W/(m²·K)]	Nu [zł/m²]	NPV [zł/m²]
15	0,119	35,00	56,87
16	0,114	37,00	57,38
17	0,110	39,00	57,71
18	0,106	41,00	57,89
19	0,103	43,00	57,92
20	0,100	45,00	57,82
21	0,096	47,00	57,60
22	0,094	49,00	57,27
23	0,091	51,00	56,85
24	0,088	53,00	56,33

Wykres NPV - czas

Czas [lat(a)]	NPV [zł]
16	7453,36
17	8678,08
18	9926,34
19	11198,62
20	12495,36
21	13817,03
22	15164,13
23	16537,13
24	17936,53
25	19362,85

T = 20 lat

U=0,10 W/m²K

Materiał izolacyjny

styropian 031

Współczynnik λ: 0,031 W/(m·K)

Dodatkowa grubość: 19 cm

Nakłady: 9277,25 zł

Straty przed

5359 kWh/rok

1405,02 zł/rok

Straty po

1980 kWh/rok

519,09 zł/rok

Oszczędności

3379 kWh/rok

885,94 zł/rok

63 %

Efektywność ekonomiczna

SPBT: 10,5 lat(a)

DPBT: 9,5 lat(a)

NPV: 12495,36 zł

Wsp. przenikania ciepła - U [W/(m²·K)]

Stan projektowany: 0,278

Maksymalny wg WT2008: 0,300

Z optymalnym dociepleniem: 0,103





ETAP PIERWSZY – OPRACOWANIE KONCEPCJI ARCHITEKTONICZNO-ENERGETYCZNEJ BUDYNKU

Do wykonania koncepcji architektoniczno – energetycznej budynku
wykorzystano program **optima**





Etap pierwszy – opracowanie koncepcji architektoniczno-energetycznej budynku

1. Krok pierwszy – szacunkowe określenie wartości optymalnych.

W ramach koncepcji należy wyznaczyć:

- Optymalne parametry izolacyjne nieprzeźroczystych przegród budowlanych
- Optymalne parametry izolacyjne przeźroczystych przegród budowlanych
- Optymalne rozwiązania w zakresie wentylacji
- Optymalne rozwiązania w zakresie źródła energii (ciepła)
- Optymalne rozwiązania w zakresie oświetlenia
- Optymalne rozwiązania w zakresie OZE i kogeneracji

Dla procesu projektowego jest to najważniejszy etap, w którym określa się najważniejsze parametry budynku, mające istotny wpływ na ostateczną, racjonalną charakterystykę energetyczną budynku.

Na tym etapie wymagana jest bardzo szeroka wiedza w zakresie:

- Fizyki budowli,
- Ciepłownictwa i ogrzewnictwa,
- Wentylacji,
- Oświetlenia
- Ekonomii od wykonania optymalizacji
- Kosztorysowania
- W programie **optima** zamieszczono wszystkie informacje do wykonania niezbędnych analiz





ETAP I – OPRACOWANIE KONCEPCJI ARCHITEKTONICZNO - ENERGETYCZNEJ

Wyznaczenie parametrów optymalnych dla





Decyzje podstawowe

Podstawowe decyzje jakie muszą być podjęte to:

1. Czy budynek jest nowy czy istniejący?
2. Czy poddasze jest lub będzie użytkowe czy nie?
3. Liczba kondygnacji.
4. Strefa klimatyczna i stacja meteorologiczna.

Data opracowania

8 listopada 2012

Rodzaj budynku

☒ nowobudowany ☐ termomodernizowany

Poddasze

☒ użytkowe ☐ nieużytkowe

Liczba kondygnacji użytkowych: 2

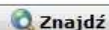
Dane budynku

Nazwa: Jan Kowalski

Ulica i numer: Jasna 12

Kod pocztowy: 00-120

Miejscowość: Nowa Ziemia



Dane inwestora

Takie same dane, jak dla budynku: ☐

Nazwa: Jan Kowalski

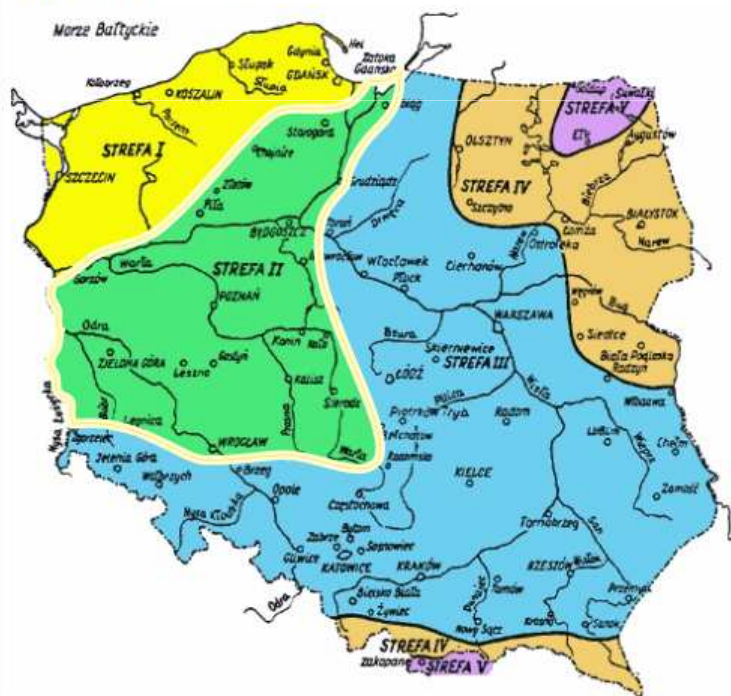
Ulica i numer: Obietnic 10

Kod pocztowy: 00-100

Miejscowość: Nowa Ziemia



Strefa klimatyczna - II



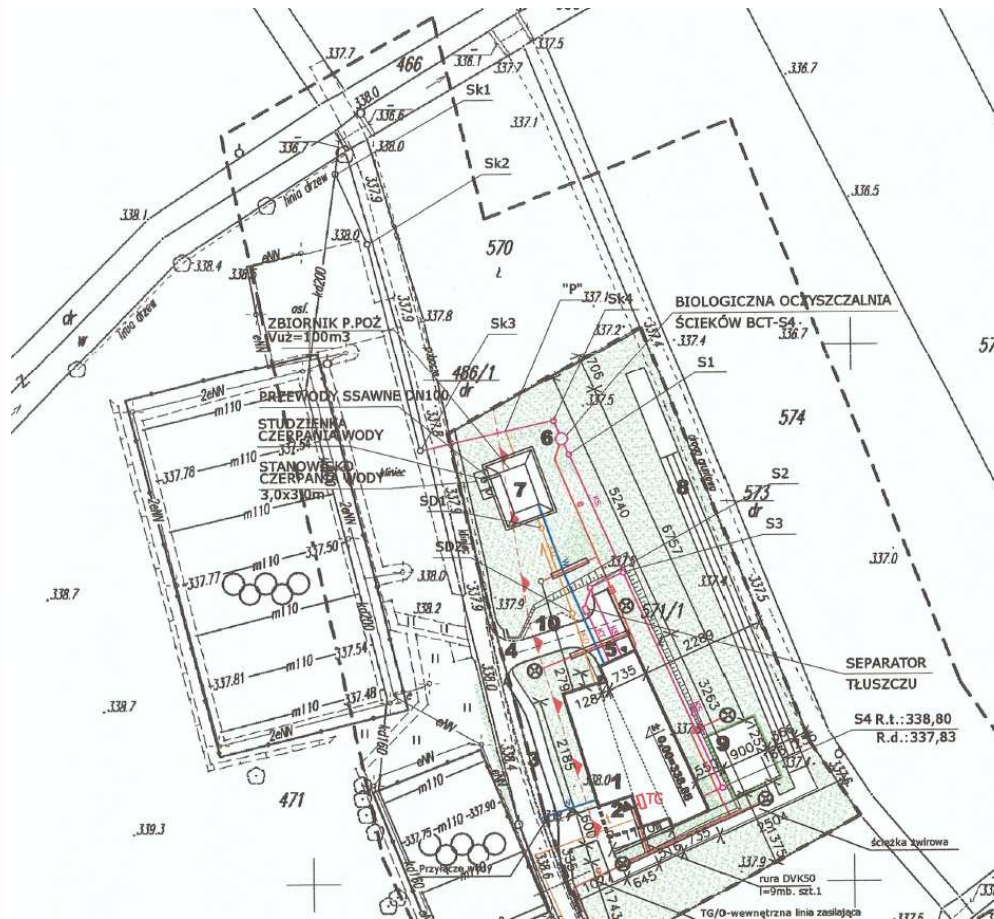


WSTĘPNA KONCEPCJA ARCHITEKTONICZNA

1. Określenie charakterystyki energetycznej budynku:
 - Podstawowe wymiary: szerokość, wysokość
 - Ułożenie na działce względem stron świata
 - Rodzaj dachu: płaski, skośny
 - Powierzchni użytkowej (automatycznie lub indywidualnie)
 - Liczby użytkowników (automatycznie lub indywidualnie)
 - Wielkości wewnętrznych zysków ciepła (automatycznie lub indywidualnie)



Możliwości działki budowlanej



Na planu sytuacyjnego można określić wstępnie geometrię budynku, która pomoże określić rozwiązania optymalne:

1. Izolacyjność przegród
2. System wentylacji
3. System grzewczy





Wstępne określenie charakterystyki energetycznej budynku.

Wentylacja Ciepło
Geometria Przegrody Stolarka

Usytuowanie i wymiary

Orientacja ściany frontowej: N

Szerokość budynku: 10 m

Długość budynku: 12 m

Wysokość budynku: 6 m

Wysokość ścian: 6 m

Powierzchnia użytkowa

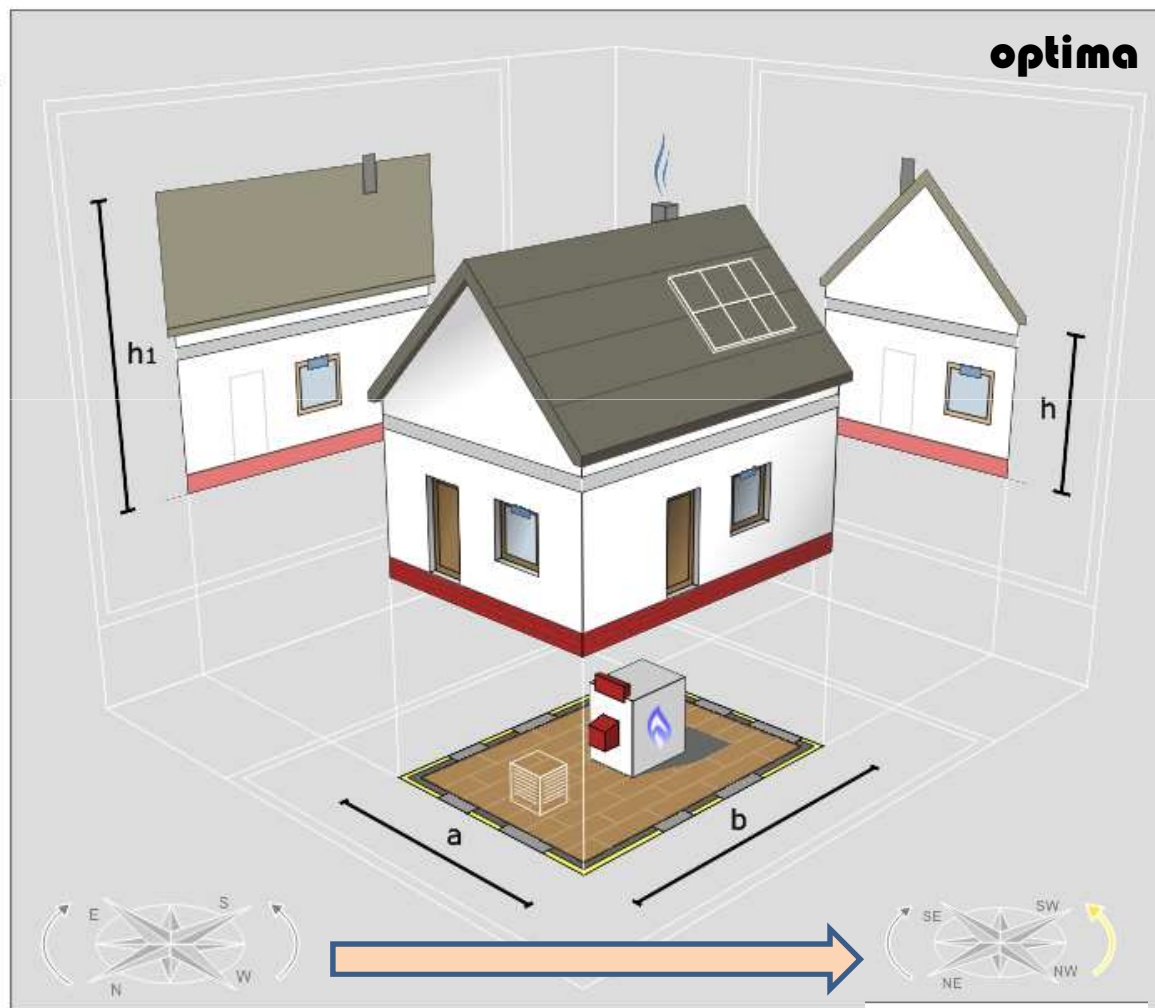
☐ automatycznie
☒ samodzielnie 108 m²

Wewnętrzne zyski ciepła

☐ automatycznie
☒ samodzielnie 6 W/m²

Liczba mieszkańców

☐ automatycznie
☒ samodzielnie 4





Istnieje możliwość położenia względem stron świata

Wentylacja Ciepło
Geometria Przegrody Stolarka

Usytuowanie i wymiary

Orientacja ściany frontowej: NE ▾

Szerokość budynku: 10 m

Długość budynku: 12 m

Wysokość budynku: 6 m

Wysokość ścian: 6 m

Powierzchnia użytkowa

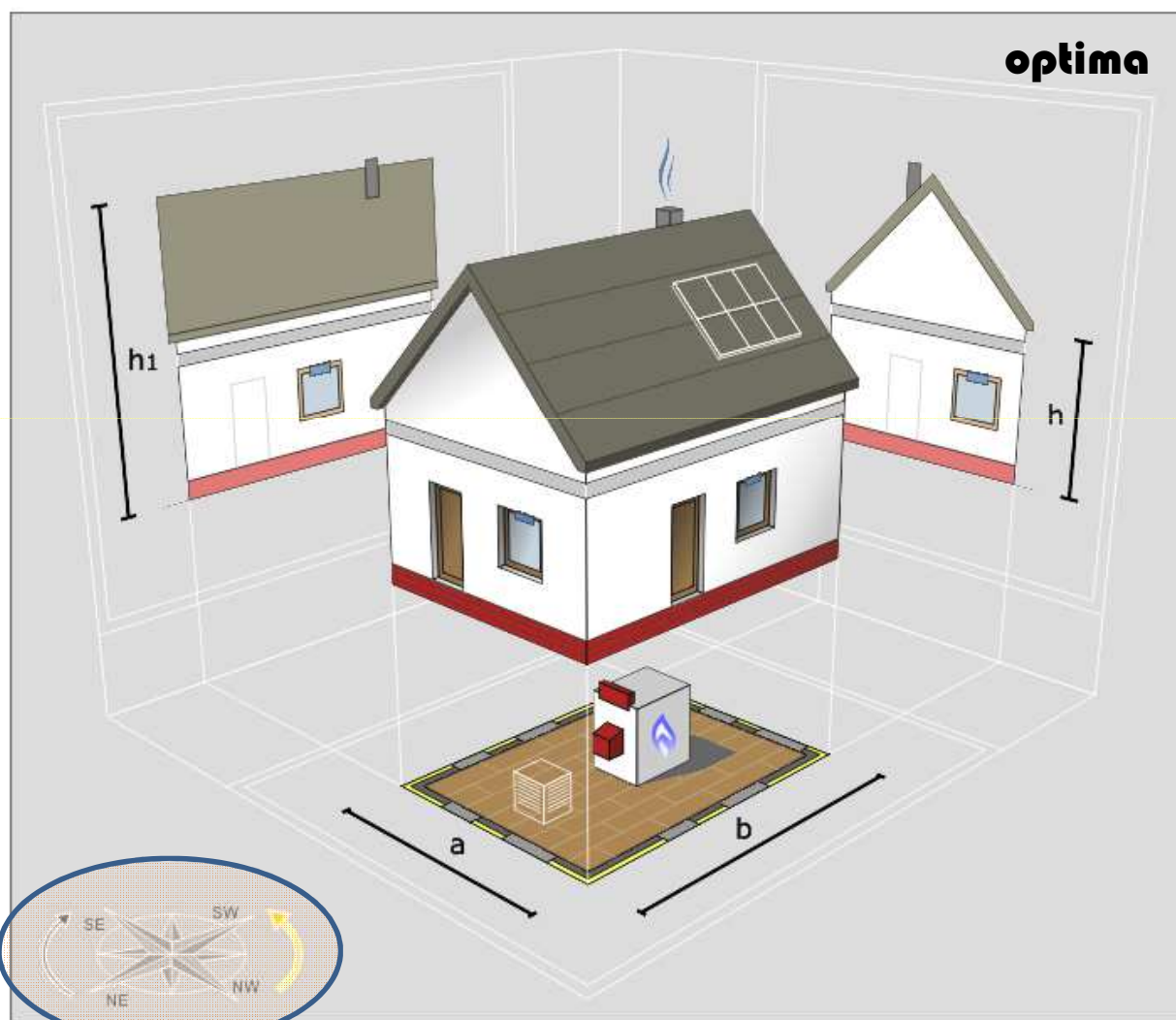
☐ automatycznie
☒ samodzielnie 108 m²

Wewnętrzne zyski ciepła

☐ automatycznie
☒ samodzielnie 6 W/m²

Liczba mieszkańców

☐ automatycznie
☒ samodzielnie 4





WYBÓR PARAMETRÓW IZOLACYJNYCH PRZEGRÓD BUDOWLANYCH





Wybór rodzaju przegród budowlanych

Optima - ściana zewnętrzna optima

Rodzaj przegrody



mur z cegły ceramicznej pełnej gr. 38 cm z izolacją



STYROPIAN

Konstrukcja przegrody

Materiał	Grubość [cm]	Wsp. λ [W/(m·K)]
tynk cementowo-wapienny	1,00	0,820
mur z cegły ceramicznej pełnej	38,00	0,770
inny producent	styropian 031	9,00 WT 0,031
tynk cementowo-wapienny	1,00	0,820

Współczynnik przenikania ciepła - U [W/(m²·K)]

Twojej przegrody: 0,278

Maksymalny (wg WT2008): 0,300

OKAnuluj





Wybór rodzaju przegród budowlanych

Optima - dach optima

Rodzaj przegrody





WEŁNA MINERALNA

stropodach niewentylowany nowego typu - strop kanałowy

Konstrukcja przegrody

Materiał	Grubość [cm]	Wsp. λ [W/(m·K)]
tynk lub gładź cementowo-wapienna	1,50	0,820
strop kanałowy	24,00	1,333
inny producent wełna mineralna 040	15,00 WT	0,040
podkład z betonu chudego	5,00	1,050
3 x papa asfaltowa z 3 warstwami na lepiku 7,5 mm	0,75	0,180

Współczynnik przenikania ciepła - U [W/(m²·K)]

Twojej przegrody: 0,239

Maksymalny (wg WT2008): 0,250

✓ OK✗ Anuluj





Wybór rodzaju przegród budowlanych

Optima - okna optima

Rodzaj okien

PCV czterokomorowe - dwuszybowe z powłoką emisyjną z szybą $U_g=1,0$

Współczynnik przepuszczalności energii całkowitej - g_c : **0,64**
Współczynnik przenikania ciepła - U : **1,55** $W/(m^2 \cdot K)$

Geometria

Szerokość: 2,5 m
Wysokość: 6 m
Liczba: 1

Optima - drzwi optima

Rodzaj drzwi

drewniane niskoenergetyczne

Współczynnik przenikania ciepła - U : **1,50** $W/(m^2 \cdot K)$

Geometria

Szerokość: 1, m
Wysokość: 2 m
Liczba: 1

wyjdź bez zapamiętania zmian





WYBÓR ŹRÓDŁA CIEPŁA





Wybór źródła ciepła i systemu grzewczego

Optima - ciepło

Źródła ciepła na c.o. i c.w.u.

Pierwsze źródło ciepła

kocioł gazowy kondensacyjny, instalacja nowego typu

Cena paliwa: 2,20 zł/m³  

Urządzenia pomocnicze - energia elektryczna

Cena energii: 0,65 zł/kWh 

optima





Wybór wentylacji

Optima - wentylacja

Rodzaj wentylacji

VIESSMANN

z nawiewnikami ciśnieniowymi i sterowanymi ręcznie, działająca okresowo

optima

Optima - wentylacja

Rodzaj wentylacji

VIESSMANN

z nawiewnikami ciśnieniowymi i sterowanymi ręcznie, działająca okresowo

przez nieszczelności okienne – nowe okna

przez nieszczelności okienne – stare okna

z nawiewnikami ciśnieniowymi i sterowanymi ręcznie

z nawiewnikami ciśnieniowymi i sterowanymi ręcznie, działająca okresowo

z nawiewnikami higrosterowalnymi

z nawiewnikami higrosterowalnymi, działająca okresowo

z nawiewnikami sterowanymi automatycznie

z nawiewnikami sterowanymi automatycznie, działająca okresowo

optima



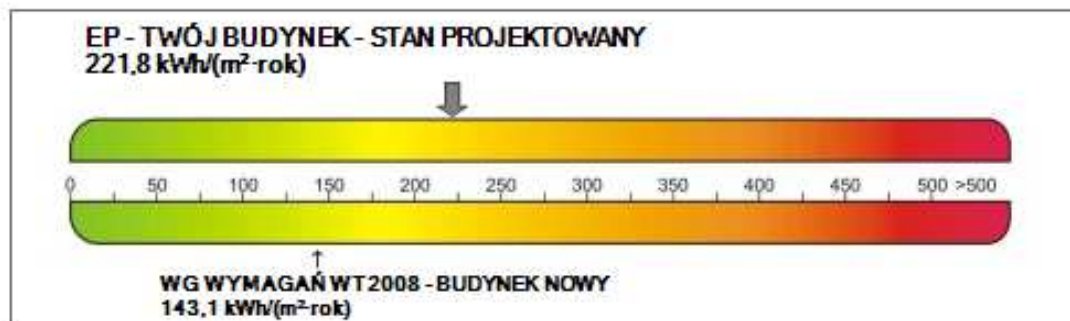


CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA BUDYNKU SPEŁNIAJĄCEGO AKTUALNE WYMAGANIA PRAWNE - MINIMUM





Dolnośląska Agencja Energii i Środowiska



Energia [kWh/(m²·rok)]

Energia końcowa (EK):	197,7
Energia pierwotna (EP):	221,8
Energia pierwotna wg WT2008:	143,1

Moc cieplna [kW]

Na ogrzewanie i wentylację:	13,9
Na ciepłą wodę użytkową:	8,7
Razem:	22,6

Koszty eksploatacji budynku

Roczny koszt ogrzewania:	4483,00 zł
Miesięczny koszt ogrzewania:	3,46 zł/m ²
Roczny koszt podgrzania wody:	975,83 zł
Roczny łączny koszt energii:	5458,83 zł





WYZNACZENIE WARTOŚCI OPTYMALNYCH

Wskazanie parametrów ekonomicznych





Optima - parametry ekonomiczne

Parametry ekonomiczne
☒ domyślne ☐ ustaw własne
Czas korzystania z efektów inwestycji: **20** lat(a)
Stopa dyskontowa: **3,5** %
Stopa wzrostu kosztu ogrzewania: **6,5** %

Optima - docieplenie przegrody: ściana zewnętrzna

Materiał dociepleniowy

inny producent styropian 031

Współczynnik przewodzenia ciepła - λ : **0,031** W/(m·K)


STYROPIAN

Opis materiału
Styropian z grafitem o λ 0,031 W/mK.

Koszt docieplenia
Cena zakupu materiału dociepleniowego (brutto): zł/m³
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/m³ brutto.
Cena wykonania docieplenia (brutto): zł/m²
Orientacyjny koszt robocizny obejmuje ułożenie płyt izolacyjnych. Jeśli w Twoim przypadku koszt różni się od podanej ceny, to wpisz w to pole właściwą kwotę.

optima

Dolnośląska Agencja Energii i Środowiska s.c.; 51-180 ul. Pełczyńska 11 Wrocław; tel.(71) 326 13 43 e-mail: cieplej@cieplej.pl; www.cieplej.pl



Powierzchnia użytkowa budynku: **108,00 m²**

Wentylacja - stan projektowany



z nawiewnikami ciśnieniowymi i sterowanymi ręcznie, działająca okresowo
wymiana powietrza: **540,00 m³/h**

Nakłady inwestycyjne

Nawiewniki: zł/m³ = **1404,00 zł**
Kominy: zł/m² = **5940,00 zł**

7344,00 zł



Wentylacja - stan docelowy



VIESSMANN

mechaniczna z rekuperatorem o $\eta=75\%$, działająca okresowo

wymiana powietrza: **504,00 m³/h**

Nakłady inwestycyjne

System: zł/m³ = **16380,00 zł**
Kanały: zł/m² = **11354,04 zł**
Wymiennik gruntowy: zł/m² = **0,00 zł**

31062,12 zł
(z czyszczeniem instalacji)

Trwałość rozwiązania

☐ jak dla budynku ☐ domyślna dla typu wentylacji ☒ określona indywidualnie lat(a)

Różnica nakładów między stanem projektowanym a docelowym

Nawiewniki / system: **29,90** zł/m³ = **14976,00 zł**
Kominy / kanały: **50,13** zł/m² = **5414,04 zł**
Wymiennik gruntowy: **0,00** zł/m² = **0,00 zł**

23718,12 zł
(z czyszczeniem instalacji)

optima





Dolnośląska Agencja Energii i Środowiska

Moc cieplna [kW]

Na ogrzewanie i wentylację: 13,9
Na ciepłą wodę użytkową: 8,7 } 22,6

Powierzchnia użytkowa budynku: 108,00 m²

Źródła ciepła Nakłady inwestycyjne

Stan projektowany

Źródła ciepła na c.o. i c.w.u.



kocioł gazowy kondensacyjny, instalacja nowego typu na c.o. i c.w.u.

Pierwsze źródło ciepła

kocioł gazowy kondensacyjny, instalacja nowego typu

Cena paliwa: 2,20 zł/m³



Urządzenia pomocnicze - energia elektryczna

Cena energii: 0,65 zł/kWh



Stan docelowy

Źródła ciepła na c.o. i c.w.u.



Pierwsze źródło ciepła

pompa ciepła, wymiennik gruntowy pionowy

Cena energii: 0,65 zł/kWh



optima

Trwałość rozwiązania

- ☒ jak dla budynku
☐ domyślna dla rozwiązania
☐ określona indywidualnie
- } 20 lat(a)



Dolnośląska Agencja Energii i Środowiska

Moc cieplna [kW]

Na ogrzewanie i wentylację:

13,9

Na ciepłą wodę użytkową:

8,7

22,6

Powierzchnia użytkowa budynku: **108,00** m²

Źródła ciepła

Nakłady inwestycyjne

Stan projektowany

Źródła ciepła:	675,59	zł/kW c.o.	=	9359,88	zł	}	34379,78 zł
Instalacja:	650,00	zł/kW c.o.	=	9005,34	zł		
	95,00	zł/m ²	=	10260,00	zł		
	Przygotowanie c.w.u.:	660,00	zł/kW c.w.u.	=	5754,56	zł	



Stan docelowy

Źródła ciepła:	3886,74	zł/kW c.o.	=	53848,34	zł	}	87447,25 zł
Instalacja:	1200,00	zł/kW c.o.	=	16625,25	zł		
	95,00	zł/m ²	=	10260,00	zł		
	Przygotowanie c.w.u.:	770,00	zł/kW c.w.u.	=	6713,65	zł	

Różnica nakładów między stanem projektowanym a docelowym

Źródła ciepła:	3211,15	zł/kW c.o.	=	44488,47	zł	}	53067,47 zł
Instalacja:	550,00	zł/kW c.o.	=	7619,91	zł		
	0,00	zł/m ²	=	0,00	zł		
	Przygotowanie c.w.u.:	110,00	zł/kW c.w.u.	=	959,09	zł	
Kolektory słoneczne:	0,00	zł/kW c.w.u.	=	0,00	zł		

optima





WARTOŚCI OPTYMALNE





Przegrody zewnętrzne

Przegroda: ściana zewnętrzna - mur z cegły ceramicznej pełnej gr. 38 cm z izolacją

Wykres NPV - grubość

d [cm]	U [W/(m ² ·K)]	Nu [zł/m ²]	NPV [zł/m ²]
16	0,114	37,00	68,09
17	0,110	39,00	68,69
18	0,106	41,00	69,11
19	0,103	43,00	69,37
20	0,100	45,00	69,49
21	0,096	47,00	69,47
22	0,094	49,00	69,33
23	0,091	51,00	69,09
24	0,088	53,00	68,74
25	0,086	55,00	68,31

Wykres NPV - czas

Czas [lat(a)]	NPV [zł]
16	8863,28
17	10330,37
18	11839,99
19	13393,36
20	14991,76
21	16636,49
22	18328,89
23	20070,35
24	21862,28
25	23706,16



STYROPIAN

Materiał izolacyjny

styropian 031

Współczynnik λ : 0,031 W/(m·K)

Dodatkowa grubość: 20 cm

Nakłady: 9708,75 zł

Straty przed

5359 kWh/rok

1405,02 zł/rok

Straty po

1916 kWh/rok

502,41 zł/rok

Oszczędności

3442 kWh/rok

902,61 zł/rok

64 %

Efektywność ekonomiczna

SPBT: 10,8 lat(a)

DPBT: 9,3 lat(a)

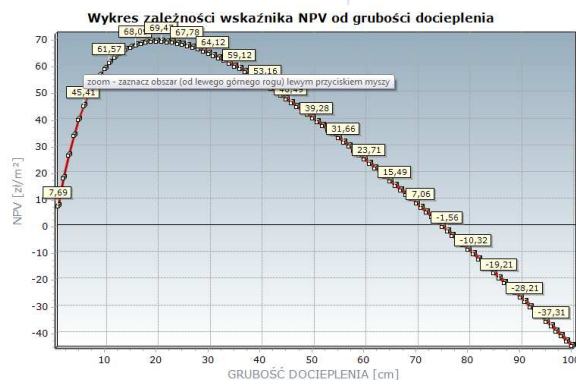
NPV: 14991,76 zł

Wsp. przenikania ciepła - U [W/(m²·K)]

Stan projektowany: 0,278

Maksymalny wg WT2008: 0,300

Z optymalnym dociepleniem: 0,100



optima





Rodzaj wentylacji



Stan projektowany: z nawiewnikami ciśnieniowymi i sterowanymi ręcznie, działająca okresowo

Stan docelowy: mechaniczna z rekuperatorem o $\eta=75\%$, działająca okresowo



Efektywność energetyczna

	Stan projektowany	Stan docelowy	Różnica / oszczędność	
Wymiana powietrza:	540,00 m ³ /h	504,00 m ³ /h	36,00 m ³ /h	7 %
Roczne straty ciepła:	9834 kWh	2103 kWh	7730 kWh	79 %
Roczne koszty energii:	2497,06 zł	696,05 zł	1801,01 zł	72 %

Efektywność ekonomiczna

SPBT:	13,2 lat(a)
DPBT:	11,0 lat(a)
NPV:	10494,43 zł

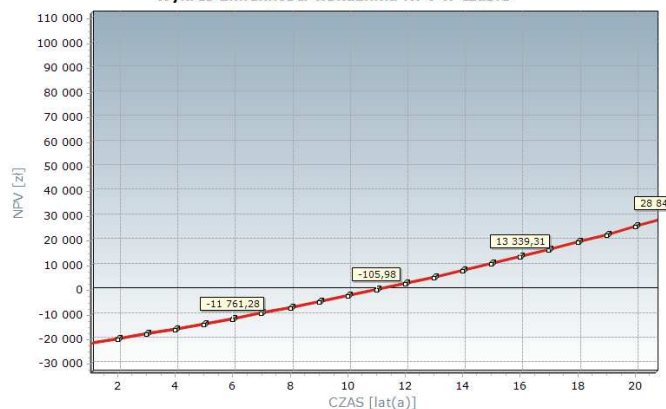
Wykres NPV - czas

Czas [lat(a)]	NPV [zł]
13	5042,82
14	7729,68
15	10494,43
16	13339,31
17	16266,65
18	19278,84
19	22378,34
20	25567,68

Nakłady [zł]

	Stan projektowany	Stan docelowy	Różnica	
Nawiewniki / system:	1404,00	16380,00	14976,00	1067 %
Kominy / kanały:	5940,00	11354,04	5414,04	91 %
Wymiennik gruntowy:	0,00	0,00	0,00	0 %
Czyszczenie instalacji:	0,00	3328,08	3328,08	-
RAZEM:	7344,00	31062,12	23718,12	323 %

Wykres zmienności wskaźnika NPV w czasie



optima

Wentylacja





Źródło ciepła

Źródła ciepła



Stan projektowany: kocioł gazowy tradycyjny, instalacja nowego typu na c.o. i c.w.u.
Stan docelowy: pompa ciepła, wymiennik gruntowy pionowy na c.o. i c.w.u.



Efektywność energetyczna

RAZEM	C.O.	C.W.U.	Stan projektowany	Stan docelowy	Oszczędność
Energia końcowa:			25711 kWh	5697 kWh	20014 kWh 78 %
Roczne koszty energii:			6583,18 zł	3813,98 zł	2769,19 zł 42 %

Efektywność ekonomiczna

SPBT:	19,2 lat(a)
DPBT:	15,1 lat(a)
NPV:	22713,80 zł

Nakłady [zł]

	Stan projektowany	Stan docelowy	Różnica	
Źródła ciepła:	9359,88	24459,18	15099,31	161 %
Instalacja:	19265,34	17811,64	-1453,71	-8 %
Przygotowanie C.W.U.:	5754,56	6713,65	959,09	17 %
Kolektory słoneczne:	0,00	0,00	0,00	0 %
RAZEM:	34379,78	48984,47	14604,69	42 %

Wykres NPV - czas

Czas [lat(a)]	NPV [zł]
18	13044,21
19	17809,94
20	22713,80
21	27759,81
22	32952,08
23	38294,85
24	43792,48
25	49449,47

optima





Źródło ciepła

Źródła ciepła



Stan projektowany: kocioł gazowy tradycyjny, instalacja nowego typu na c.o. i c.w.u.

Stan docelowy: kocioł gazowy kondensacyjny, instalacja nowego typu na c.o. i c.w.u.



Efektywność energetyczna

RAZEM	C.O.	C.W.U.	Stan projektowany	Stan docelowy	Oszczędność
Energia końcowa:			25711 kWh	21356 kWh	4355 kWh
Roczne koszty energii:			6583,19 zł	5458,83 zł	1124,35 zł
					17 %

Efektywność ekonomiczna

SPBT:	4,2 lat(a)
DPBT:	3,9 lat(a)
NPV:	26057,87 zł

Nakłady [zł]

	Stan projektowany	Stan docelowy	Różnica
Źródła ciepła:	9359,88	5544,10	-3815,78
Instalacja:	19265,34	14979,77	-4285,57
Przygotowanie C.W.U.:	5754,56	6234,11	479,55
Kolektory słoneczne:	0,00	0,00	0,00
RAZEM:	34379,78	26757,98	-7621,80

Wykres NPV - czas

Czas [lat(a)]	NPV [zł]
18	22131,82
19	24066,80
20	26057,87
21	28106,65
22	30214,81
23	32384,08
24	34616,23
25	36913,08

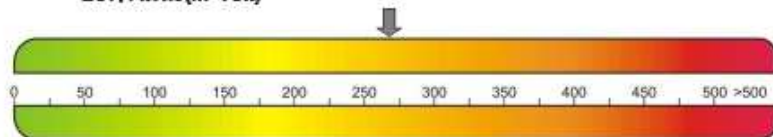
optima





Raport końcowy

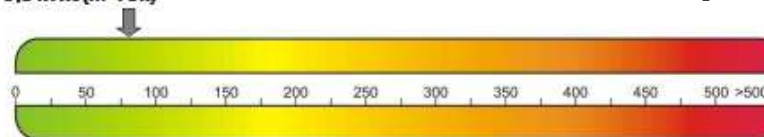
EP - TWÓJ BUDYNEK - STAN PROJEKTOWANY
267,4 kWh/(m²·rok)



WG WYMAGAŃ WT2008 - BUDYNEK NOWY
143,1 kWh/(m²·rok)

EP - TWÓJ BUDYNEK - PO OPTYMALIZACJI
79,8 kWh/(m²·rok)

optima



WG WYMAGAŃ WT2008 - BUDYNEK NOWY
143,1 kWh/(m²·rok)

	Stan projektowany	Po optymalizacji	Oszczędność	
Energia [kWh/(m²·rok)]				
Energia końcowa (EK):	238,1	69,4	168,7	71 %
Energia pierwotna (EP):	267,4	79,8	187,6	70 %
Energia pierwotna wg WT2008:	143,1			
Moc cieplna [kW]				
Na ogrzewanie i wentylację:	13,9	6,3	7,6	55 %
Na ciepłą wodę użytkową:	8,7			
Razem:	22,6	15,0	7,6	33 %
Koszty eksploatacji budynku				
Roczny koszt ogrzewania:	5499,23 zł	976,36 zł	4522,87 zł	82 %
Miesięczny koszt ogrzewania:	4,24 zł/m²	0,75 zł/m²	3,49 zł/m²	
Roczny koszt podgrzania wody:	1083,95 zł	975,83 zł	108,12 zł	10 %
Roczny łączny koszt energii:	6583,18 zł	1952,19 zł	4630,99 zł	70 %





PODSUMOWANIE





Podsumowanie

Wykonanie wstępnej koncepcji architektoniczno – energetycznej budynku pozwala:

- Wyznaczyć wartości optymalne poszczególnych elementów przegród:
 - Wartości U_{opty} , dla ścian, dachów...
 - Wartość $U_{\text{W,opty}}$ g_G , f_G dla stolarki okiennej o drzwiowej
- Optymalne parametry techniczne dla wentylacji w budynku
- Optymalne parametry techniczne źródła ciepła

Budynek	Nowy budynek - minimalne wymagania prawne		Budynek nowy – parametry optymalne	
Ścian	$U=0,278 \text{ W/m}^2\text{K}$		$U=0,1 \text{ W/m}^2\text{K}$	
Dach	$U=0,248 \text{ W/m}^2\text{K}$		$U=0,09 \text{ W/m}^2\text{K}$	
Podłoga na gruncie	$U=0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$		$U=0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$	
Okna	$U=1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$	$g_G = 0,63$	$U=1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$	$g_G = 0,63$
Wentylacja	Naturalna, nawiewniki ciśnieniowe sterowane ręcznie		Mechaniczna z odzyskiem ciepła 75% działająca okresowo okresowa.	
Źródło ciepła	$\eta_{\text{c.o.}} = 0,87$	$\eta_{\text{c.w.u.}} = 0,45$	$\eta_{\text{c.o.}} = 0,93$	$\eta_{\text{c.w.u.}} = 0,55$
Energia [kWh/m2rok]	EK = 238	EP = 267	EK = 69,4	EP = 79,8



Podsumowanie

1. Aktualnie w procesie przygotowania inwestycji opracowuje się jedynie koncepcję architektoniczną, nie analizuje się zagadnień energetycznych.
2. Zużycie energii

