

Ekonomiczna i środowiskowa analiza porównawcza energii budynku z wykorzystaniem programu ArcADia-TERMO oraz obliczenia na potrzeby dotacji z NFOŚiGW

Wydane w dniu 21 czerwca 2013 r. rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej, które weszło w życie z dniem 3 października 2013 r., nadało nowe brzmienie przepisom zawartym w § 11 ust. 2 pkt. 12 rozporządzenia w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego.

Nowy przepis wprowadził obowiązek załączenia do projektu budowlanego informacji w zakresie analizy możliwości racjonalnego wykorzystania (o ile są dostępne technicznie) środowiskowych i ekonomicznych możliwości wysokoefektywnych systemów alternatywnych zaopatrzenia w energię i ciepło, do których zalicza się zdecentralizowane systemy dostawy energii oparte na energii ze źródeł odnawialnych, kogeneracji, ogrzewania lub chłodzenia lokalnego lub blokowego, w szczególności gdy opierają się one całkowicie lub częściowo na energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych, w rozumieniu przepisów Prawa energetycznego, oraz pompy ciepła.

Wszystkie obliczenia zostaną wykonane w programie ArcADia-TERMO w wersji 4.4 z wykorzystaniem nakładek *Efekt ekologiczny* i *Efekt ekonomiczny*.

WYKONANIE OBLICZEŃ

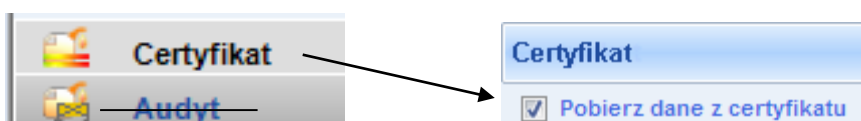
Aby wykonać analizę S-E, należy kliknąć dwa przyciski:  i .



Spowoduje to wyświetlenie dodatkowych trzech przycisków w lewej dolnej części okna programu:



Rysunek 1. Przyciski etapów do obliczeń w analizie S-E

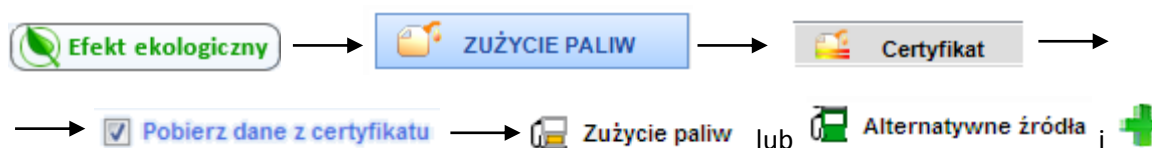
Po kliknięciu przycisku ZUŻYCIE PALIW trzeba wybrać przycisk *Certyfikat* i zaznaczyć opcję *Pobierz dane z certyfikatu*. Przycisk *Audyt* należy zignorować i ominąć ten etap obliczeń.



Uwaga! Należy pamiętać, że po zaznaczeniu opcji *Pobierz dane z certyfikatu* zostaną automatycznie pobrane dane z projektowanej charakterystyki energetycznej (lub świadectwa energetycznego) i będą one potraktowane jako dane dla systemów konwencjonalnych, nawet jeśli są to alternatywne lub hybrydowe systemy. Dlatego, jeżeli w utworzonej w ArCADii-TERMO (plik .thb) projektowanej charakterystyce energetycznej podano alternatywne systemy zaopatrzenia w energię, należy taki plik skopiować i zmienić systemy alternatywne na konwencjonalne, aby w etapie *Zużycie paliw*, po kliknięciu ikony  *Zużycie paliw* (w lewym górnym rogu okna programu) pojawiły się **tylko** dane dla konwencjonalnych systemów, a po wybraniu ikony  *Alternatywne źródła* można było wpisać dane dla systemów alternatywnych lub hybrydowych.

Następnie należy zaznaczyć wszystkie opcje dotyczące wszystkich systemów, które będą podlegały analizie, czyli grzewczego (np. *Zużycie paliw systemów grzewczo - wentylacyjnych*), ciepłej wody i ewentualnie chłodzenia, jeżeli chłodzenie (klimatyzacja) jest przewidziane w projekcie budowlanym. Uwzględnić i zaznaczyć trzeba też zużycie paliw na urządzenia pomocnicze.

Tak więc, kroki są następujące:



System oświetlenia jest pomijany zarówno dla budynków mieszkalnych, jak i pozostałych (biurowych, magazynowych, przemysłowych) i nie może być zaznaczony w analizie S-E.


Po zaznaczeniu opcji *Pobierz dane z certyfikatu* wszystkie potrzebne dane, zdefiniowane wcześniej w etapach *Ogrzewanie i wentylacja*, *Ciepła woda* i *Chłodzenie*, zostaną automatycznie odczytane i pojawią się w dalszych obliczeniach jako zużycie paliw konwencjonalnych.

Wybór wariantu konwencjonalnego

Urządzenia do przetwarzania konwencjonalnych źródeł energii to:

1. kotły i piece na paliwa konwencjonalne i prąd elektryczny,
2. węzeł cieplny (ciepło z elektrociepłowni lub ciepłowni),
3. miejscowy system chłodu typu split.

Wybór wariantu hybrydowego lub alternatywnego

Aby wprowadzić dane dla alternatywnego źródła energii, trzeba kliknąć w lewym górnym rogu okna programu na pozycję  *Alternatywne źródła* i zaznaczyć pole *Wykonaj obliczenia porównawcze*, a następnie zaznaczyć przyciskiem wyboru odpowiednie opcje dotyczące zużycia paliw dla poszczególnych alternatywnych systemów, takich jak c.o., c.w.u., chłodzenie oraz ich energii pomocniczej. Oczywiście analizuje się tylko te systemy alternatywne, które są zawarte w projekcie budowlanym. Nie wykonuje się analizy np. systemu chłodzenia, jeżeli projekt budowlany go nie przewiduje. Podobnie nie wykonuje się także analizy systemów zasilanych przez paliwa, których wykorzystania nie uwzględnia projekt budowlany, choćby dostęp do tych paliw był możliwy. Oznacza to, że jeżeli są dostępne przynajmniej dwa źródła energii konwencjonalnej, np. węgiel i olej opałowy, to projektant do analizy S-E musi wybrać to źródło energii konwencjonalnej, które podano w projekcie

budowlanym, pod warunkiem że projekt budowlany w ogóle uwzględnia zastosowanie źródła energii konwencjonalnej. Jeżeli projekt budowlany nie uwzględnia żadnego źródła energii konwencjonalnej, do analizy S-E można wybrać dowolne, dostępne paliwo konwencjonalne.

W podobny sposób należy postąpić dla systemów alternatywnych lub hybrydowych.

Wariant hybrydowy polega na jednoczesnym zastosowaniu konwencjonalnego i alternatywnego źródła energii, czyli rozszerzeniu systemów konwencjonalnych o alternatywne np. pompę ciepła.

Przykładami takiego rozwiązania są:

1. kocioł na węgiel lub gaz lub olej opałowy jako konwencjonalne (podstawowe) źródło ciepła oraz jako dodatkowe oprócz kotła źródło – kominek na biomasę z płaszczem wodnym dla ogrzewania i/lub ciepłej wody lub pompa ciepła,
2. kocioł zasilany węglem i olejem opałowy na zmianę - jako konwencjonalne (podstawowe) źródło ciepła oraz jako dodatkowe, i oprócz kotła dodatkowe źródło – kominek na biomasę z płaszczem wodnym dla ogrzewania i/lub ciepłej wody lub pompa ciepła,
3. elektryczny podgrzewacz ciepłej wody oraz panele termiczne dla podgrzania ciepłej wody lub pompa ciepła.
4. Systemy chłodzenia VRV

Wariant alternatywny obejmuje tylko odnawialne źródła energii, wysokowydajną kogenerację lub pompę ciepła.

Wartości opałowe H_u należy uzyskać od dostawcy energii i potem można je dodać do *Bazy wartości opałowych*. Można też wykorzystać istniejące w tej bazie paliwo, ale należy pamiętać, że wtedy będą to wartości domyślne H_u dla tego paliwa.


Tabela 1. Przykładowe obliczeniowe wartości opałowe H_u wybranych paliw




Rodzaj paliw	Nazwa urządzenia	H_u	Jednostka
Energia słońca	Panel słoneczny	1,00	kWh/kWh
Energia wiatru	Wiatrak	1,00	kWh/kWh
Energia wody	Elektrownia wodna	1,00	kWh/kWh
Biomasa (drewno)	Kominek	4,5	kWh/kg
Biogaz	Kocioł	6,0	kWh/m ³
Energia elektryczna	Pompa ciepła (powietrze – woda)	1,00	kWh/kWh
Energia cieplna (gaz, węgiel, biogaz, inne)	Węzeł cieplny	1,00	kWh/kWh
Węgiel kamienny	Kocioł/piec	7,7	kWh/kg
Gaz ziemny	Kocioł	9,9	kWh/m ³
LPG	Kocioł	13,0	kWh/kg
Olej opałowy	Kocioł	11,6	kWh/kg

Tabela 1a. Przykładowe obliczeniowe wartości opałowe H_u wybranych paliw wg KOBiZE 2014

Rodzaj paliwa	Nazwa urządzenia	H_u	Jednostka
Węgiel kamienny	Kocioł/piec	22,37	MJ/kg
	Wiatrak	21,20	MJ/kg
Gaz ziemny	Kocioł/piec	48,00	MJ/kg
	Kocioł/piec	34,39	MJ/m ³

Aby dodać do naszej analizy dodatkowy jeden lub kilka systemów (na przykład do przygotowania

cieplej wody) trzeba użyć przycisk  znajdujący się po prawej stronie poniższej tabeli. Dalej należy:

- podać w % udział procentowy danego systemu,
- kliknąć przycisk , aby określić urządzenia i całkowitą sprawność η_{tot} ,
- kliknąć przycisk , aby wybrać wartość opałową H_u paliwa,
- kliknąć przycisk , aby wybrać odpowiednią jednostkę wybranej wartości opałowej.

Zużycie paliw systemów przygotowania ciepłej wody

Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową systemu przygotowania ciepłej wody: **11892,23** kWh/rok

Lp.	Rodzaj paliwa	Udział %	Q _{wnd} kWh/rok	η_{tot}	Q _{k,w} kWh/rok	Wartość opałowa H_u	Jednostka	Zużycie paliwa B	Jednostka
1	Energia elektryczna - produkcja mieszana	60,00	7135,34	2,24	3185,42	1,00	kWh/kWh	3185,42	kWh/rok
2	Paliwo - Kolektory słoneczne termiczne	40,00	4756,89	0,59	8089,95	1,00	kWh/kWh	8089,95	kWh/rok

Przykład 1.

Opis:

Budynek wielorodzinny, w którym do analizy przyjęto instalację chłodzenia (klimatyzację), możliwość podłączenia się do sieci ciepłowniczej miejskiej z elektrociepłowni i do sieci elektrycznej. Jako alternatywne źródła energii przeanalizowano pompę ciepła i kolektory słoneczne, tab. 2 – 4.

Tabela 2. Instalacja systemu konwencjonalnego i alternatywnego

Nazwa systemu	Instalacja konwencjonalna	
	Paliwo	Źródło ciepła
Ogrzewanie	Ciepło z kogeneracji – węgiel kamienny	Węzeł ciepły
Ciepła woda	Ciepło z kogeneracji – węgiel kamienny	Węzeł ciepły
Chłodzenie*	Energia elektryczna	Split
Instalacja alternatywna		
Ogrzewanie	Energia elektryczna – produkcja mieszana	Pompa ciepła
Ciepła woda	Energia elektryczna – produkcja mieszana	60% – Pompa ciepła
		40% – Kolektory słoneczne
Chłodzenie	Energia elektryczna	System VRV
Urządzenia pomocnicze	Energia elektryczna – produkcja mieszana	Pompy obiegowe, cyrkulacyjne

* Wydaje się, że w przypadku braku instalacji chłodu można również przyjąć do obliczeń instalację chłodzenia z klimatyzatorami rozdzielnymi ze skraplaczami chłodzonymi powietrzem o współczynniku ESEER = 2,8 w każdym pomieszczeniu ⁽¹⁾.

Tabela 3. Parametry instalacji dla systemu konwencjonalnego

Typ instalacji	Ener. użyt.	Spr. całk.	Wart. opał.	E _{pom}
	[kWh]	[-]	[kWh/kWh]	[kWh]
Ogrzewanie i wentylacja	27209,77	$\eta_{H,tot} = 0,91$	$H_u = 1,00$	51,60
Ciepła woda	11892,23	$\eta_{W,tot} = 0,58$	$H_u = 1,00$	1209,60
Chłodzenie	2051,28	$\eta_{C,tot} = 2,90$	$H_u = 1,00$	0,00

Tabela 4. Parametry instalacji dla systemu alternatywnego

Typ instalacji	Ener. użyt.		Spr. całk.	Wart. opał.	E _{pom}
	[kWh]		[-]	[kWh/kWh]	[kWh]
Ogrzewanie i wentylacja	27209,77		$\eta_{H,tot} = 0,91$	$H_u = 1,00$	688,00
Ciepła woda	60%	7135,34	$\eta_{W,tot} = 0,58$	$H_u = 1,00$	168,19
	40%*	4756,89	$\eta_{W,tot} = 0,59$	$H_u = 1,00$	201,60
Chłodzenie	2051,28		$\eta_{C,tot} = 2,90$	$H_u = 1,00$	0,00

* Energia słoneczna (kolektory słoneczne) jako energia odnawialna

Uwaga! Jeżeli ciepło do budynku dostarczane jest w postaci czystej, np. energii elektrycznej lub cieplnej, wtedy $H_u = 1,00$ kWh/kWh. Przykładem czystej energii cieplnej jest gorąca woda dostarczana z ciepłowni gazowej lub elektrociepłowni węglowej bezpośrednio do budynku. Może być to zarówno ciepłownia lokalna, jak i miejska.

Przykład 2.

Dalsze przykładowe obliczenia zostaną wykonane dla przykładu numer 2.

Opis:

Budynek jednorodzinny bez instalacji chłodu, w którym porównano konwencjonalne systemy c.o. i c.w.u., zasilane w nieodnawialne źródła energii: węgiel kamienny, gaz ziemny i energia elektryczna z elektrowni miejskiej z instalacjami hybrydowymi opartymi dla c.o. o węgiel kamienny i biomasę, a dla c.w.u. wykorzystującymi, oprócz gazu ziemnego, dodatkowo kolektory słoneczne, tab. 5 – 7. Do obliczeń wartości opałowej H_u podano przykładowe dane, które projektant powinien dobierać indywidualnie, uzyskując je od dostawców energii.

Tabela 5. Instalacja systemu konwencjonalnego i alternatywnego

Nazwa systemu	Instalacja konwencjonalna	
	Paliwo	Źródło ciepła
Ogrzewanie	Paliwo – węgiel kamienny	Kocioł
Ciepła woda	Paliwo – gaz ziemny	Kocioł gazowy
Urządzenia pomocnicze	Energia elektryczna – produkcja mieszana	Pompy obiegowe, cyrkulacyjne

Instalacja alternatywna			
Ogrzewanie	60%	Paliwo – węgiel kamienny	Kocioł
	40%	Paliwo – biomasa	Kominek
Ciepła woda	60%	Paliwo – gaz ziemny	Piec gazowy
	40%	Energia słoneczna	Kolektory słoneczne
Urządzenia pomocnicze		Energia elektryczna – produkcja mieszana	Pompy obiegowe, cyrkulacyjne, solarne

Dla obliczeń porównawczych przyjęto oczywiście te same wartości energii użytkowej dla c.o. i c.w.u. Jednak wartości energii pomocniczych będą różne ze względu na inny typ urządzeń pomocniczych, zapewniających kontrolowany przepływ czynnika grzewczego.

Tabela 6. Parametry instalacji dla systemu konwencjonalnego

Typ instalacji	Ener. użytk.	Spr. całk.	H _u /Ilość paliwa	E _{pom}
	[kWh]	[-]		[kWh]
Ogrzewanie i wentylacja	27209,77	$\eta_{H,tot} = 0,74$	7,70 kWh/kg 4777,11 kg/rok	688,00
Ciepła woda	11892,23	$\eta_{W,tot} = 0,39$	9,97 kWh/m ³ 3042,86 m ³ /rok	168,19

Tabela 7. Parametry instalacji dla systemu hybrydowego

Typ instalacji		Ener. użytk.	Spr. całk.	H _u /B	E _{pom}
		[kWh]	[-]		[kWh]
Ogrzewanie i wentylacja	60%	16325,86	$\eta_{H,tot} = 0,74$	7,70 kWh/kg 2866,27 kg/rok	412,80
	40%	10883,91	$\eta_{H,tot} = 0,68$	4,90 kWh/kg 3283,02 kg/rok	230,40
Ciepła woda	60%	7135,34	$\eta_{W,tot} = 0,39$	9,97 kWh/kWh 1825,72 kWh/rok	100,92
	40%*	4756,89	$\eta_{W,tot} = 0,59$	1,00 kWh/kWh 8089,95 kWh/rok	80,64

* Energia słoneczna (kolektory słoneczne) jako energia odnawialna

Współczynnik B określa ilość zużytego paliwa konwencjonalnego i alternatywnego (także odnawialnego).

ANALIZA EKOLOGICZNA PORÓWNAWCZA

Aby wykonać analizę ekologiczną, należy przejść do etapu *Efekt ekologiczny*, klikając drugi od góry przycisk na rysunku 1.

Zakładka *Opis systemów*

Należy wypełnić odpowiednie pola, których przykładowa treść znajduje się poniżej.

Opis ogólny:

Celem opracowania jest wykonanie analizy środowiskowej, obejmującej wskazanie efektu ekologicznego dla projektowanej inwestycji objętej niniejszym opracowaniem.

Temat analizy porównawczej:

Porównanie wykorzystania hybrydowych systemów zaopatrzenia w energię, ciepło (węgiel kamienny i biomasa, gaz ziemny i kolektory słoneczne) z systemami konwencjonalnymi (węgiel kamienny i gaz ziemny) w projektowanym budynku.

Ogrzewanie:

Informacje dotyczące parametrów systemu ogrzewania mogą być wpisane ręcznie lub pobrane po

kliknięciu przycisku

A light blue button with rounded corners and a thin border, containing the word "Pobierz" in a dark blue sans-serif font.**Wentylacja:**

Informacje dotyczące parametrów systemu wentylacji mogą być wpisane ręcznie lub pobrane po

kliknięciu przycisku

A light blue button with rounded corners and a thin border, containing the word "Pobierz" in a dark blue sans-serif font.**Przygotowanie ciepłej wody:**

Informacje dotyczące parametrów systemu przygotowanie ciepłej wody mogą być wpisane ręcznie lub

pobrane po kliknięciu przycisku

A light blue button with rounded corners and a thin border, containing the word "Pobierz" in a dark blue sans-serif font.**Dostępne nośniki energii:**

Dostępными źródłami energii dla projektowanej inwestycji są: węgiel kamienny, gaz ziemny, energia elektryczna z sieci elektroenergetycznej systemowej oraz biomasa i energia słoneczna.

W obszarze prowadzonej inwestycji nie ma możliwości podłączenia się do miejskiej sieci ciepłowniczej.

Warunki przyłączenia do sieci zewnętrznych:

W obszarze projektowanej inwestycji dostępne są nośniki energii z sieci gazowej i elektrycznej, na podłączenie których mogą zostać wydane warunki techniczne.

Zakładka *Emisja zanieczyszczeń*

Pierwszym krokiem jest określenie rodzaju paliwa dla systemu konwencjonalnego i alternatywnego, np. gaz ziemny, energia elektryczna, ciepło z ciepłowni oraz otrzymanie od sprzedawcy energii lub urządzenia (kotła, pieca, klimatyzatora) wiarygodnych informacji dotyczących ilości kilogramów emisji zanieczyszczeń, która jest emitowana do środowiska zewnętrznego przy wytworzeniu 1 GJ lub 1 kWh ciepła dostarczonego z zewnątrz do budynku lub w nim wytworzonego. W przypadku oleju opałowego, węgla kamiennego lub gazu LPG należy uzyskać informacje dotyczące rodzaju i ilości zanieczyszczeń przypadających na 1 kg, Mg, 1 m³ lub 1 litr zużytego paliwa.

Jeżeli jednak użyto paliwa w postaci energii czystej odnawialnej*, dostarczonej bezpośrednio do budynku, wtedy – z punktu widzenia obliczeń analizy środowiskowej (efektu ekologicznego) – rodzaj użytego paliwa nie ma żadnego znaczenia. Interesująca jest tylko jednostkowa ilość poszczególnych rodzajów zanieczyszczeń emitowanych przez ciepłownię do atmosfery przy wytworzeniu 1 kWh lub 1 GJ, czyli kg/kWh lub kg/GJ energii, najczęściej wyrażona w kilogramach.

* Energia czysta odnawialna, która nie wytwarza zanieczyszczeń, to np. energia słoneczna, wiatru, przepływu wody.

Ponieważ zużycie paliwa węgiel kamienny (4,77711 t) podane zostało w programie w kg, a emisja zanieczyszczeń podana jest w programie w kg/Mg (czyli 1 kg zanieczyszczenia na 1 tonę paliwa), dlatego należy przeliczyć emisję, uwzględniając jednostkę tony.

Uwaga! Podczas podawania wartości jednostkowej emisji zanieczyszczeń w kg należy bardzo uważać na wybór jednostki paliwa, wzorując się na tabeli 77, tak aby odpowiadała jednostce określającej ilość zużytego paliwa podanej w etapie **ZUŻYCIE PALIW**.

Przelicznik k stosowany jest przez program, aby dostosować (przeliczyć) ilość zużytego paliwa do ilości paliwa, z której wyemitowany został 1 kg zanieczyszczeń do atmosfery. Błędne dopasowanie jednostek spowoduje nierzeczywiste wyniki obliczeń. Dokonując doboru jednostki emisji zanieczyszczeń, należy się kierować tabelą 8, zwracając szczególną uwagę na wiersz numer 2, zawierający gaz ziemny.

Tabela 8. Dobór jednostki emisji zanieczyszczeń

Rodzaj paliwa	Jednostka ilości zużytego paliwa B	Jednostkowa emisja zanieczyszczeń	Przelicznik k
Węgiel, olej opałowy, biomasa	kg/rok	kg/Mg	1000
Gaz ziemny	m ³ /rok	kg/1,0E6·m ³	1000000
Energia elektryczna	kWh/rok	kg/kWh	1
Olej opałowy	l/rok	kg/m ³	1 000

W tabeli 9 podano przykładowe wartości jednostkowych emisji zanieczyszczeń użytych w analizowanym budynku źródeł energii. Pomimo bardzo małych wartości emisji BaP trzeba koniecznie je podawać, ponieważ mają bardzo duży wpływ na wielkość zrównoważonego współczynnika zanieczyszczeń.

Tabela 9. Wskaźniki jednostkowych emisji zanieczyszczeń analizowanych źródeł energii (paliw)

Rodzaj paliwa	Jednostka	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	Pyły	Sadza	BaP
		System grzewczo-wentylacyjny						
Węgiel kamienny	kg/Mg	19,20	1,00	100,00	1850,00	10,50	3,50	0,02
Paliwo - biomasa	kg/Mg	0,00	17,14	17,14	0,00	0,69	0,00	0,00
Energia elektryczna	kg/kWh	0,0091	0,0023	0,00069	1,00	0,0015	0,00	0,00
System przygotowania ciepłej wody								
Energia słońca*	kg/Mg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gaz ziemny	kg/1,0E6 m ³	0,00	7500,00	270,00	1964000,00	12,00	0,00	0,00
Energia elektryczna	kg/kWh	0,0091	0,0023	0,00069	1,00	0,0015	0,00	0,00

* - Energia słońca (kolektory słoneczne)

W tabeli 10 przedstawiono sposób obliczeń całkowitej emisji zanieczyszczeń na przykładzie CO₂ dla ogrzewania i ciepłej wody.

Tabela 10. Przykładowe obliczenia emisji CO₂ dla konwencjonalnych i alternatywnych systemów

Rodzaj paliwa	Zużycie paliw		Emisja jedn. CO ₂		Emisja jedn. CO ₂ w [kg]
	System konwencjonalny				
Węgiel kamienny	4777,11	kg/rok	1850,00	kg/Mg	8837,65
Gaz ziemny	3042,86	m ³ /rok	1964000,00	kg/1,0E6 m ³	5976,17
Energia elektryczna	856,19	kWh/rok	1,00	kWh/kWh	856,19
Razem:					15670,01
System alternatywny/hybrydowy					

Węgiel kamienny	2866,27	kg/rok	1850,00	kg/Mg	5302,60
Paliwo - biomasa	3283,02	kg/rok	0,00	kg/Mg	0,00
Gaz ziemny	1825,72	m ³ /rok	1964000,00	kg/1,0E6 m ³	3585,71
Energia słońca	8089,95	kWh/rok	0,00	kWh/kWh	0,00
Energia elektryczna	824,56	kWh/rok	1,00	kWh/kWh	824,56
Razem:					9712,87

Program ArCADia-TERMO 5.3 posiada aktualne z 2014 roku bazy danych wartości opałowyc i emisji zanieczyszczeń na potrzeby obliczeń i dotacji z NFOŚiGW, z których należy skorzystać.

EKONOMICZNA ANALIZA PORÓWNAWCZA

Ekonomiczna analiza porównawcza powinna zostać wykonana w sposób szacunkowy bez wykonania dodatkowych projektów instalacji konwencjonalnej lub alternatywnej dla c.o., c.w.u. i chłodzenia.

Oznacza to, że jeśli projektant w uzgodnieniu z inwestorem w projekcie budowlanym np. dla c.w.u. umieścił szczegółowy projekt dla systemu konwencjonalnego, to do wykonania analizy ekonomicznej wykonanie szczegółowego projektu (przeciwego) alternatywnego nie jest konieczne. I odwrotnie – jeżeli w projekcie budowlanym znajduje się projekt systemu alternatywnego, to nie wykonuje się szczegółowego projektu systemu konwencjonalnego. Wynika to z faktu, że posługiwanie się szacunkowymi kosztami inwestycyjnymi i eksploatacyjnymi całkowicie wystarcza do przeprowadzenia prawidłowej analizy ekonomicznej. Takie ograniczenie wydaje się obecnie racjonalnym posunięciem ze strony Ministerstwa, ponieważ nie powoduje niepotrzebnego zwiększenia kosztów budowy i nie opóźnia w sposób istotny terminu złożenia wniosku o pozwolenie na budowę.

Analiza ekonomiczna obejmuje koszty zmienne O_z , stałe O_m i abonamentowe A_b (podawane są w zł/miesiąc). Koszty stałe (z faktur) należy podać w zł/miesiąc, niezależnie od tego, czy na fakturze wyrażone są w zł/miesiąc, czy w zł/(MW * m-c).

Koszty paliw zależą od rodzaju źródła energii, technologii produkcji energii, kosztów inwestycyjnych, oraz kosztów transportu.

Tabela 11. Przykładowe koszty zmienne O_z w zł nośników energii

Rodzaj paliw	Nazwa urządzenia	Cena	Jednostka
Energia słońca	Panel słoneczny	0,0	zł/kWh
Energia wiatru	Wiatrak	0,0	zł/kWh
Energia wody	Elektrownia wodna	0,0	zł/kWh
Biomasa – drewno	Kominek	200,0	zł/m ³
Biomasa – drewno	Kominek	0,3	zł/kg
Biomasa – pelety	Kocioł	0,6	zł/kg
Biogaz*	Kocioł	0,0	zł/m ³
Energia elektryczna	Pompa ciepła	0,5	zł/kWh

Energia cieplna (gorąca woda)	Węzeł cieplny	0,2	zł/kWh
Węgiel kamienny	Kocioł/piec	0,7	zł/kg
Gaz ziemny	Kocioł	2,4	zł/ m ³
LPG	Kocioł	4,0	zł/kg
Olej opałowy	Kocioł	3,9	zł/kg

* - z własnej biogazowni

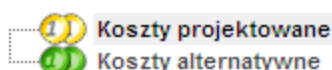
Przykładowe obliczenie kosztu 1 kWh ciepła dostarczonego z elektrociepłowni (ciepłowni) na cele ogrzewania i podgrzania ciepłej wody w postaci gorącej wody jest następujące:

1 GJ = 277,78 kWh, koszt 55 zł, stąd koszt 1 kWh wynosi 0,20 zł.

Wszystkie koszty należy podawać w kwocie brutto.

Jeżeli budynek ma własny kocioł lub piec i nie jest podłączony do zewnętrznego dostawcy ciepła, wtedy koszty miesięczne stałe i abonamentowe wykoszą zero ($O_m = A_b = 0,00$ zł/m-c). Taka sytuacja bardzo często występuje w domach jednorodzinnych znajdujących się w małych miastach lub na terenach wiejskich, opalanych węglem, gazem, olejem lub biomasą.

Aby wykonać analizę ekonomiczną, należy kliknąć trzeci przycisk *Efekt ekonomiczny*, rys. 1., a potem w lewym górnym rogu okna programu pierwszą pozycję *Koszty projektowane*, rys. 2.



Rysunek 2. Koszty projektowane i alternatywne

Dalej, podobnie jak w *Efekcie ekologicznym*, należy wypełnić zakładkę *Opis systemów* i przejść do zakładek *System grzewczo-wentylacyjny* i *System przygotowania ciepłej wody*.

Zakładka *Opis systemów*

Należy wypełnić ją w podobny sposób jak w *Efekcie ekologicznym*. Domyślnie do obliczeń *Przyjęty okres rozliczeniowy* wynosi 10 lat i nie powinien być on mniejszy (ze względu na rzetelność i wiarygodność wyników), choć według obecnego rozporządzenia jego długość nie ma żadnego znaczenia i nie jest brana pod uwagę jako wymóg formalny.

Opis ogólny

Celem opracowania jest wykonanie analizy środowiskowej w zakresie efektu ekonomicznego dla projektowanej inwestycji objętej niniejszym opracowaniem.

Temat analizy analizy porównawczej kosztów inwestycyjno-eksploatacyjnych

Porównanie wykorzystania hybrydowych systemów zaopatrzenia w energię, ciepło (węgiel kamienny i biomasa, gaz ziemny i kolektory słoneczne) z systemami konwencjonalnymi (węgiel kamienny i gaz ziemny) w projektowanym budynku.

Przyjęty okres rozliczeniowy

10 lat. Wartość ta może być zmieniona przez użytkownika programu.

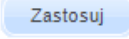
System konwencjonalny

Zakładki System grzewczo-wentylacyjny i System przygotowania ciepłej wody

Najpierw należy podać koszty eksploatacyjne (tab. 12) i inwestycyjne (tab. 13) dla każdego rodzaju paliw w systemie konwencjonalnym.

Tabela 12. Przykładowe koszty eksploatacyjne dla każdego rodzaju paliw

Rodzaj paliw	Cena jedn. Oz	Jednostka	Opłaty stałe Om [zł/m-c]	Abonamenty Ab [zł/m-c]
System grzewczo-wentylacyjny				
Węgiel kamienny	0,70	zł/ kg	0,00	0,00
Energia elektryczna	0,50	zł/kWh		
System przygotowania ciepłej wody				
Gaz płynny	2,41	zł/ m ³	0,00	0,00
Energia elektryczna	0,50	zł/kWh		

Po wprowadzeniu kosztów energii należy kliknąć przycisk , aby zostały obliczone koszty eksploatacyjne konwencjonalnego systemu c.o. i c.w.u., wynoszące odpowiednio $K_{H,e} = 3687,98$ zł/rok i $K_{W,e} = 4547,84$ zł/rok.


Aby dodać do naszej analizy nazwę robót i koszty inwestycyjne dla zdefiniowanych systemów konwencjonalnych lub alternatywnych (hybrydowych) trzeba użyć przycisk .

Tabela 13. Przykładowe koszty inwestycyjne

Rodzaj robót	Ilość robót	Cena jedn.	Koszt netto [zł]	VAT [%]	Koszt brutto [zł]
System grzewczo-wentylacyjny					
Kocioł węglowy, instalacja, urządzenia pom., robocizna	1	35000	35000	23	43050
System przygotowania ciepłej wody					
Kocioł gazowy, instalacja, urządzenia pom., robocizna	1	10000	10000	23	12300

Stąd koszty $K_{H,i} = 43050$ zł/rok i $K_{W,i} = 12300$ zł/rok.

System alternatywny

Tabela 14. Przykładowe koszty eksploatacyjne dla każdego rodzaju paliw

Rodzaj paliw	Cena jedn. Oz	Jednostka	Opłaty stałe Om [zł/m-c]	Abonamenty Ab [zł/m-c]
System grzewczo-wentylacyjny				
Węgiel kamienny	0,70	zł/ kg	0,00	0,00
Biomasa	0,30	zł/ kg		
Energia elektryczna	0,50	zł/kWh		
System przygotowania ciepłej wody				
Gaz ziemny	2,41	zł/ m ³	0,00	0,00
Energia słoneczna	0,00	zł/kWh		
Energia elektryczna	0,50	zł/kWh		

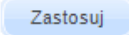
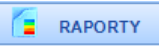
Po wprowadzeniu kosztów energii należy kliknąć przycisk , aby zostały obliczone koszty eksploatacyjne konwencjonalnego systemu c.o. i c.w.u., wynoszące odpowiednio $K_{H,e} = 3312,89$ zł/rok i $K_{W,e} = 4490,75$ zł/rok.

Tabela 15. Przykładowe koszty inwestycyjne

Rodzaj robót	Ilość robót	Cena jedn.	Koszt netto [zł]	VAT [%]	Koszt brutto [zł]
System grzewczo-wentylacyjny					
Kominek	1	5000	5000	23	6150
Kocioł węglowy	1	15000	15000	23	18450
System przygotowania ciepłej wody					
Kolektory słoneczne	1	20000	20000	23	24600
Kocioł gazowy	1	10000	10000	23	12300

Oprócz wyników porównawczych, obliczenia końcowe obejmują m.in. prosty czas zwrotu SPBT oraz zestawienie kosztów inwestycyjno-eksploatacyjnych za okres np. 10 lat.

RAPORTY


Aby wygenerować raporty analizy środowiskowej i ekonomicznej, należy kliknąć w lewym dolnym rogu przycisk , a następnie wybrać znajdujący się po lewej stronie okna programu odpowiedni

przycisk  lub .

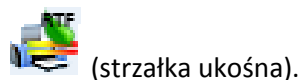
Wygenerowanie raportu analizy środowiskowej i ekonomicznej lub tylko efektu ekologicznego w wersji ArCADia-TERMO 5.2

Aby podejrzeć i wydrukować w programie najważniejsze dane dotyczące analizy środowiskowej porównującej emisję zanieczyszczeń systemów konwencjonalnych (budynek projektowany) i alternatywnych (budynek z alternatywnymi źródłami), należy wybrać pozycję *Emisja zanieczyszczeń*.

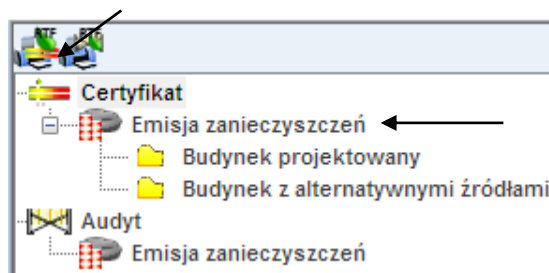
Raport Efekt ekologiczny i Efekt ekonomiczny liczą po około 10 stron i zawierają szczegółowe obliczenia w postaci tabel i wykresów.

Jeden, wspólny raport *Analiza środowiskowa i ekonomiczna* może być wydrukowany zarówno podczas wykonywania *Efektu Ekologicznego* jak i *Efektu Ekonomicznego*, po kliknięciu na ikonę .

Aby wygenerować pełny raport efektu ekologicznego w pliku RTF, trzeba wybrać pozycję *Emisja zanieczyszczeń* i kliknąć ikonę

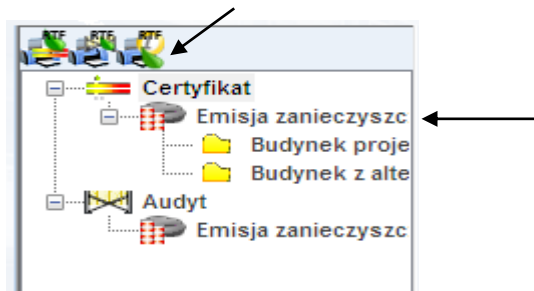


(strzałka ukośna).



Aby wygenerować jeden pełny raport Analizy środowiskowej i ekonomicznej w pliku RTF, trzeba wybrać pozycję *Emisja zanieczyszczeń* i


kliknąć ikonę  (strzałka ukośna)

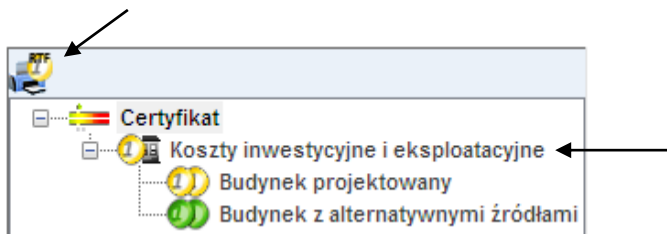


Wygenerowanie raportu analizy środowiskowej i ekonomicznej lub tylko efektu ekonomicznego w wersji ArCADia-TERMO 5.3


Aby podejrzeć i wydrukować w programie najważniejsze dane dotyczące analizy ekonomicznej porównującej koszty systemów konwencjonalnych (Budynek projektowany) i alternatywnych (Budynek z alternatywnymi źródłami), należy wybrać pozycję Koszty inwestycyjne i eksploatacyjne.

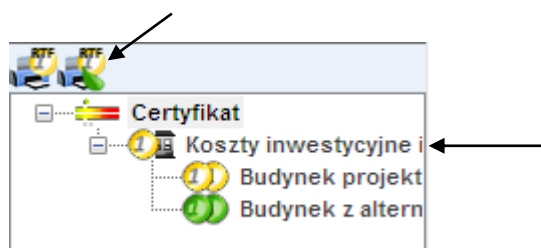
Aby wygenerować pełny raport analizy ekonomicznej w pliku RTF, trzeba wybrać pozycję *Koszty inwestycyjne*

i *eksploatacyjne* i kliknąć ikonę  (strzałka ukośna).



Aby wygenerować jeden pełny raport analizy środowiskowej i ekonomicznej w pliku RTF, trzeba wybrać pozycję *Koszty inwestycyjne i eksploatacyjne* i kliknąć

ikonę  (strzałka ukośna).



Pełną ich treść można przed wydrukiem obejrzeć i poprawnie edytować, otwierając pliki raportu RTF w programie Microsoft Word w wersji 2003 lub nowszej albo Microsoft Viewer.

1) Wytyczne w sprawie metodologii obliczania planowanego efektu energetycznego i ekologicznego projektu, obliczania efektywności ekonomicznej projektu oraz opisu technicznego projektu wraz z uproszczonym przedmiarem do regulaminu konkursu o dofinansowanie ze środków mechanizmu finansowego europejskiego obszaru gospodarczego 2009-2014 przedsięwzięć w ramach programu operacyjnego p104.