



GRANICE ENERGOOSZCZĘDNOŚCI

czyli jakie będzie budownictwo?

energooszczędne?,

pasywne?

zero-energetyczne ?

czy racjonalne.



Mgr inż. Jerzy Żurawski

Dolnośląska Agencja Energii i Środowiska





AKTUALNE WYMAGANIA PRAWNE



WYROK W IMIENIU RZECZPOSPOLITEJ POLSKIEJ

W 2011 pierwszy raz w historii polskiego sądownictwa z powodu wadliwie sporządzonej charakterystyki energetycznej budynku sąd uchylił zaskarżoną decyzję pozwolenia na budowę.

W związku z tym automatycznie cofnięto decyzję administracyjną na użytkowanie budynku. Po uprawomocnieniu się wyroku użytkowników budynku czeka niemiła niespodzianka.



Wątpliwości budzi również prawidłowość sporządzenia projektu budowlanego w części obejmującej projektowaną charakterystykę energetyczną budynku. Projektant wskazał, iż opracowując tę część projektu oparł się na przepisach rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie

warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz. 690 ze zm.), nie wskazał jednak precyzyjnie tych przepisów.

Z § 11 ust. 2 pkt 9 powołanego rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego, wynika natomiast, iż charakterystykę energetyczną obiektu budowlanego, należy opracować zgodnie z przepisami dotyczącymi metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej. Przepisy, o których mowa wyżej uregulowane zostały w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej (Dz. U. Nr 201, poz. 1240), wydanym na podstawie art. 55a ustawy

Projektant, z naruszeniem powołanych przepisów, opracowując projekt budowlany w części obejmującej charakterystykę energetyczną budynku pominął przepisy powołanego rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r.





JAKIE SĄ WYMAGANIA PRAWNE W ZAKRESIE EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ ?

1. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (DzU z 2008 r. nr 201, poz. 1239 ze zm.) [2].
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DzU z 2008 r. nr 201, poz. 1238 ze zm.) [3].
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej (DzU z 2008 r. nr 201, poz. 1240) [4].





WYDAWAŁOBY SIĘ ŻE SĄ DWIE DROGI SPEŁNIANIA WW. WARUNKÓW

1. Spełnienie wymagań szczegółowych: U_{\max}
2. Spełnienie wymagań ogólnych na EP???

Czy rzeczywiście ?





Od wprowadzonych w 2009 zmian w Prawie budowlanym i odpowiednich rozporządzeniach:

- Warunki techniczne,
 - Zakres i forma projektu budowlanego,
 - Metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku,
- dyskutuje się jak powinna wyglądać projektowana charakterystyka?

Istnieje szereg sprzecznych opinii.

Zdaniem niektórych wystarczy spełnić jeden z dwóch przypadków opisanych w warunkach technicznych[3], który obejmuje następujące wymagania:

Pierwszy warunek to zapewnienie parametrów izolacyjnych, tak aby nie przekraczały **wartości granicznych (U_{MAX})**, **izolacja termiczna instalacji spełnia wymagania określone w rozporządzeniu** oraz **spełnienie zostały wymagania stawiane przegrodom przezroczystym.**

Drugi warunek dotyczy spełnienia wymagań w zakresie wskaźnika nieodnawialnej energii pierwotnej EP oraz spełnia pozostałych wymagań określonych w warunkach technicznych [3]. Jeżeli się dokładniej przyglądniemy zapisom zamieszczonym w Warunkach technicznych zauważymy, że dotyczy to jedynie racjonalizacji zużycia energii.





Wykonanie odpowiednich obliczeń i zamieszczenie wyników wykazujące, że budynek spełnia np. wymogi pierwsze na izolacyjność termiczną zgodnie z warunkami technicznymi spełnia jedynie wymóg racjonalności zużycia energii a nie jak sugeruje większość projektantów, że jest to projektowana charakterystyka energetyczna budynku.

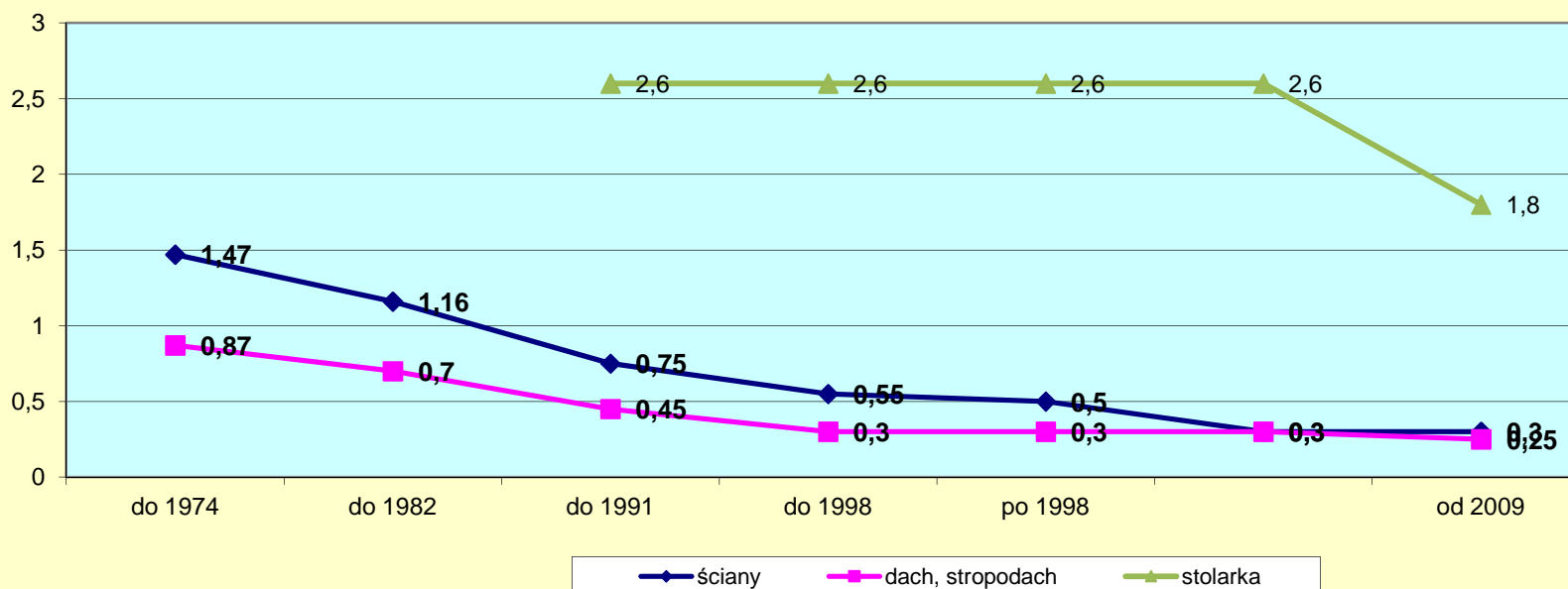
Aktualnie opracowywane projekty budowlane prawie zawsze nie spełniają wymagań w zakresie jakości energetycznej budynków. Wprowadzone w 2009 roku zmiany w tym zakresie spowodowały, że jakość projektów budowlanych w zakresie fizyki budowli oraz jakości energetycznej uległa dalszemu pogorszeniu.

Projektanci pomijają szereg zagadnień projektowych wymaganych prawnie, czasami nawet nie wiedzą, że w ramach projektu architektoniczno -budowlanych niezbędne jest wykonanie tak szczegółowych analiz. Bardzo często zdarza się nam konsultować projekty, które nie spełniają żadnych standardów w zakresie jakości energetycznej. Sytuacja jest dramatyczna



Wymagania izolacyjności przegród budowlanych

Zmiany wymagań dla współczynnika przenikania ciepła U odpowiednio w latach od 1974 do 2009

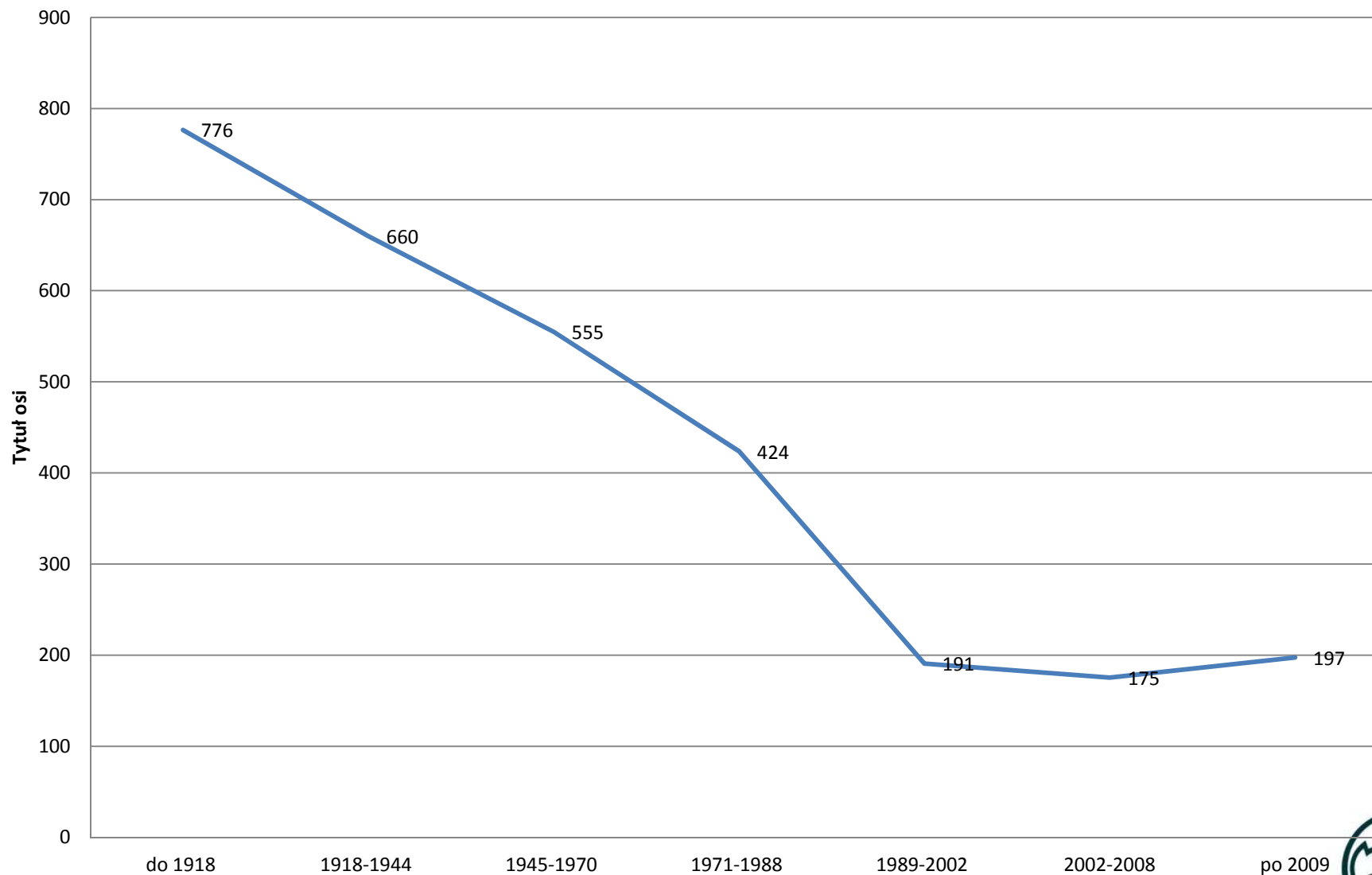


Rok wznoszenia		1957	1964	1974	1982	1991	1998	2009
U dla ściany	[W/m2K]	1,46	1,16	1,16	0,75	0,55	0,3	0,3
U dla dachu	[W/m2K]	0,87	0,87	0,7	0,45	0,3	0,3	0,25
U poddasza	[W/m2K]	1,05	1,16	0,93	0,4	0,3	0,3	0,3
U okna	[W/m2K]	-	-	-	2,6	2,6	2,6	1,8





Średnia wartość EP dla budynków istniejących EPśr oraz EP(h+w)śr





**SPRÓBUJMY PRZEANALIZOWAĆ AKTUALNE WYMAGANIA PRAWNE,
UPORZĄDKOWAĆ ROZPROSZONE W RÓŻNYCH AKTACH PRAWNYCH
WYMAGANIA ORAZ
OSTATECZNIE USTALIĆ CO PROJEKT ARCHITEKTONICZNO-
BUDOWLANY POWINIEN ZAWIERAĆ W ZAKRESIE CHARAKTERYSTYKI
ENERGETYCZNEJ BUDYNKU ORAZ RACJONALIZACJI UŻYTKOWANIA
ENERGII.**





Spróbujmy przeanalizować aktualne wymagania prawne,

uporządkować rozproszone w różnych aktach prawnych wymagania

oraz

ostatecznie ustalić co projekt architektoniczno-budowlany powinien zawierać w zakresie charakterystyki energetycznej budynku oraz racjonalizacji użytkowania energii.





PRAWO BUDOWLANE



1. Prawo budowlane

Projekt architektoniczno-budowlany musi zapewnić, że zostaną spełnione podstawowe wymagania określone w Art. 5 Prawa budowlanego [1].

Wymagania podstawowe narzucają aby obiekt budowlany wraz ze związanymi z nim urządzeniami budowlanymi, biorąc pod uwagę przewidywany okres użytkowania, był **zaprojektowany i wybudowany w sposób określony w przepisach, w tym techniczno-budowlanych, oraz zgodnie z zasadami wiedzy technicznej**, zapewniając spełnienie następujących wymagań:

- a) bezpieczeństwa konstrukcji,
- b) bezpieczeństwa pożarowego,
- c) bezpieczeństwa użytkowania,
- d) odpowiednich warunków higienicznych i zdrowotnych oraz ochrony środowiska,
- e) ochrony przed hałasem i drganiami,
- f) **Odpowiedniej charakterystyki energetycznej budynku oraz racjonalizacji użytkowania energii .**





2. ZAWARTOŚĆ PROJEKTU BUDOWLANEGO





PODSTAWOWE ROZPORZĄDZENIE

1. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (DzU z 2008 r. nr 201, poz. 1239 ze zm.)



Projekt budowlany

W zakresie charakterystyki energetycznej projekt architektoniczno-budowlany powinien spełnić następujące wymagania:

Powinien zawierać zwięzły opis techniczny oraz część rysunkową który powinna określać:

- **Przeznaczenie i program użytkowy obiektu budowlanego oraz, w zależności od rodzaju obiektu, jego charakterystyczne parametry techniczne, w szczególności: kubaturę, zestawienie powierzchni, wysokość i długość.**
- **Przeznaczenie budynku, lokalu decyduje o określeniu wymagań szczegółowych. Inne dotyczą budynku mieszkalnego, inne użyteczności publicznej, jeszcze dla budynków ogrzewanych i chłodzonych.**
- **Przeznaczenie budynku determinuje sposób opisywania charakterystyki geometrycznej budynku: powierzchni użytkowej, usługowej i ruchu**

Dane te są niezbędne do określenia EP_{WT2008} . Zatem należy poprawnie określić powierzchnię użytkową, kubaturę V_e oraz powierzchnię przegród zewnętrznych.





3. ZESTAWIENIE POWIERZCHNI



Przykładowe zestawienie powierzchni budynku niezbędne do prawidłowego obliczenia wartości EP

Tabela 1. Przykładowe zestawienie powierzchni budynku niezbędne do prawidłowego obliczenia wartości EP

Parametr		Użytkowa	Usługowa	Ruchu	Razem
Przestrzeń ogrzewana wentylowana	Powierzchnia [m ²]	2561,20	80,50	213,20	2854,90
	Kubatura [m ³]	21 841,56	265,65	703,56	22 810,77
Zwartość	Powierzchnia przegród zewnętrznych (A)	–	–	–	9124,45 m ²
	Kubatura ogrzewana (V _e)	–	–	–	26 564,16 m ³
	Wskaźnik zwartości (A/V _e)	–	–	–	0,34 l/m



Powierzchnia użytkowa a powierzchnia o regulowanej temperaturze

Jak należy podzielić powierzchnie w budynku:

Af jest powierzchnią użytkową o regulowanej temperaturze

$$EK, EP = Q/Af$$

Powierzchnie

Af- powierzchnia użytkowa czyli zgodna z przeznaczeniem bud.

Ar- powierzchnia ruchu (komunikacji)

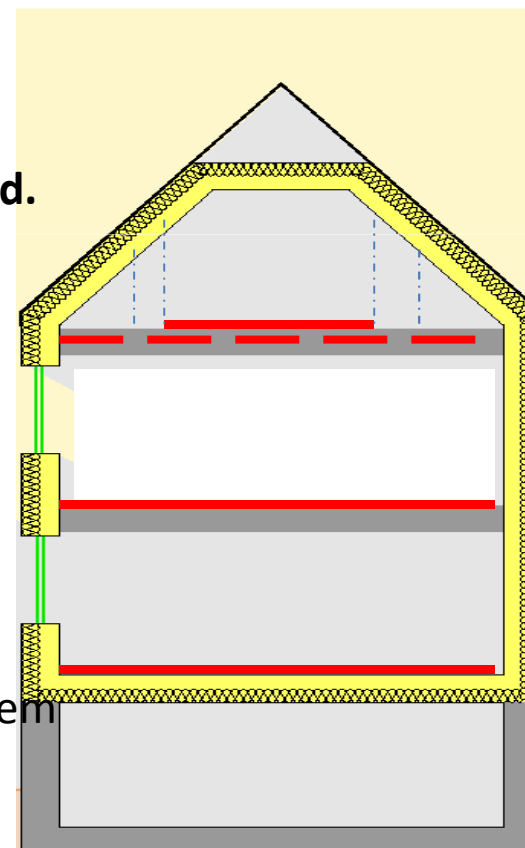
Au- powierzchnia usługowa (pełniąca funkcję służebną)

Co jest ważne dla nadzoru budowlanego?:

1. Zgodność z projektem budowlanym
2. Powierzchnia użytkowa
3. Ogrzewana powierzchnia użytkowa
4. Kubatura

Rozbieżności geometryczne pomiędzy projektem a świadectwem powodują, że inwestor nie może uzyskać pozwolenia na użytkowanie

Wyznaczanie Af ?





4. ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNO -MATERIAŁOWE



Projekt budowlany

Rozwiązania konstrukcyjno-materiałowe podstawowych elementów konstrukcji obiektu, rozwiązania konstrukcyjno-materiałowe wewnętrznych i zewnętrznych przegród budowlanych.

Opis przegród budowlanych powinien zawierać dane dotyczące budowy przegród, parametrów charakteryzujących poszczególne elementy oraz projektowaną charakterystykę energetyczną przegrody. Przykładowy opis przegrody:

Ściana zewnętrzna z bloczków YTONG (PP4/0.6) gr. 24cm o $\lambda=0,16 \text{ W/mK}$, ocieplona styropianem grubości 12cm o $\lambda=0,04 \text{ W/mK}$ mocowanym za pomocą łączników o $f_i=5,5 \text{ mm}$ ze stali nierdzewnej o $\lambda=17 \text{ W/mK}$

ściana o współczynniku przenikania ciepła $U_{\text{ściany}} = 0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Więźba dachowa konstrukcji drewnianej, pokrycie dachówką ceramiczną. Dach ocieplony wełną mineralną o $\lambda=0,042 \text{ W/mK}$ gr. 16+5cm

o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,21 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Podłoga na gruncie z warstwą styropianu gr. 15cm o $\lambda=0,036 \text{ W/mK}$.

Stolarka okienna z nawiewnikami o współczynniku przenikania ciepła **$U=1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$.**

Drzwi zewnętrzne o **$U=1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$.**





5. CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA

$$EP < EP_{WT2008}$$



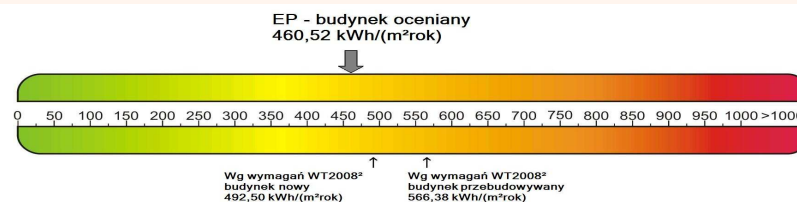
Projekt budowlany

Charakterystykę energetyczną obiektu budowlanego, należy opracować zgodnie z przepisami dotyczącymi metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno ...

Oznacza to, że charakterystyka energetyczna musi być określona zgodnie z rozporządzenie w sprawie świadectw charakterystyki energetycznej [4] i obejmując ocenę jakości budynku w oparciu o wartość EP

Tabela 2. Przykładowe określenie charakterystyki energetycznej projektowanego budynku na podstawie wartości wskaźnika EP (hala sportowa)

Wskaźnik EP	Wartość
Dla budynku projektowanego	460,52 kWh/m ² rok
Dla budynku nowego wg WT 2008 [3]	492,50 kWh/m ² rok
Dla budynku przebudowywanego wg WT 2008 [3]	566,38 kWh/m ² rok





ZATEM DRUGIE POD WZGLĘDEM WAŻNOŚCI ROZPORZĄDZENIE TO:

1. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej (DzU z 2008 r. nr 201, poz. 1240)

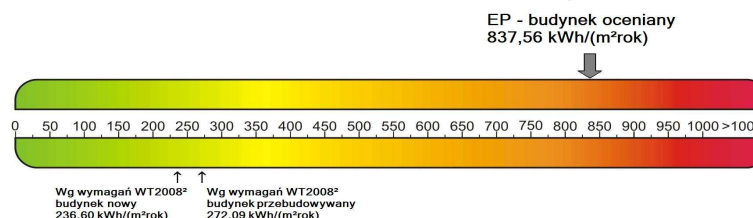


Projekt budowlany

Należy zauważyć, że jeżeli na etapie realizacji inwestycji nie było zmian w stosunku do projektu, projektowana charakterystyka staje się świadectwem charakterystyki energetycznej budynku.

Zatem w ramach projektu należy wyznaczyć wartość wskaźnika nieodnawialnej energii pierwotnej EP wraz ze sprawdzeniem warunków granicznych np. dla budynków mieszkalnych ogrzewanych $EP \leq EP$ wg WT2008. Wymagania te nie dotyczą obiektów o prostej konstrukcji takich jak: domy jednorodzinne, obiekty zabudowy inwentarskiej. Jeżeli budynek nie spełnia ww warunku nie powinien otrzymać pozwolenia na budowę oraz na użytkowanie.

Praktyka jest jednak inna. Wykonane w projektowanej charakterystyce analizy nie wiadomo dlaczego rzadko podlegają weryfikacji tak przy pozwoleniu na budowę jak i przy pozwoleniu na użytkowanie. **Pominięcie tego podstawowego warunku prawnego lub nie spełnienie w tym zakresie wymagań prawnych naraża projektanta na nieprzewidziane i czasami bardzo przykre i kosztowne konsekwencje.**

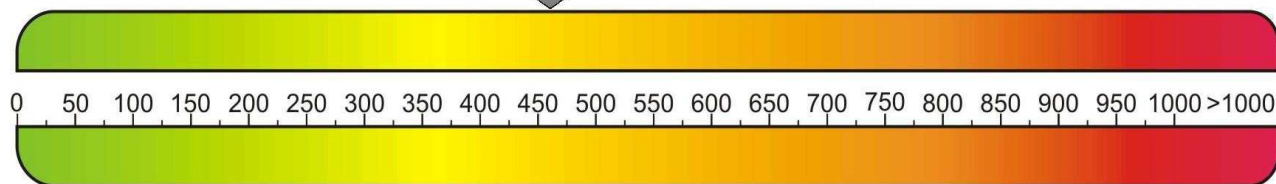


Projekt budowlany

Tabela 2. Przykładowe określenie charakterystyki energetycznej projektowanego budynku na podstawie wartości wskaźnika EP (hala sportowa)

Wskaźnik EP	Wartość
Dla budynku projektowanego	460,52 kWh/m ² rok
Dla budynku nowego wg WT 2008 [3]	492,50 kWh/m ² rok
Dla budynku przebudowywanego wg WT 2008 [3]	566,38 kWh/m ² rok

EP - budynek oceniany
460,52 kWh/(m²rok)



↑
Wg wymagań WT2008²
budynek nowy
492,50 kWh/(m²rok)

↑
Wg wymagań WT2008²
budynek przebudowywany
566,38 kWh/(m²rok)



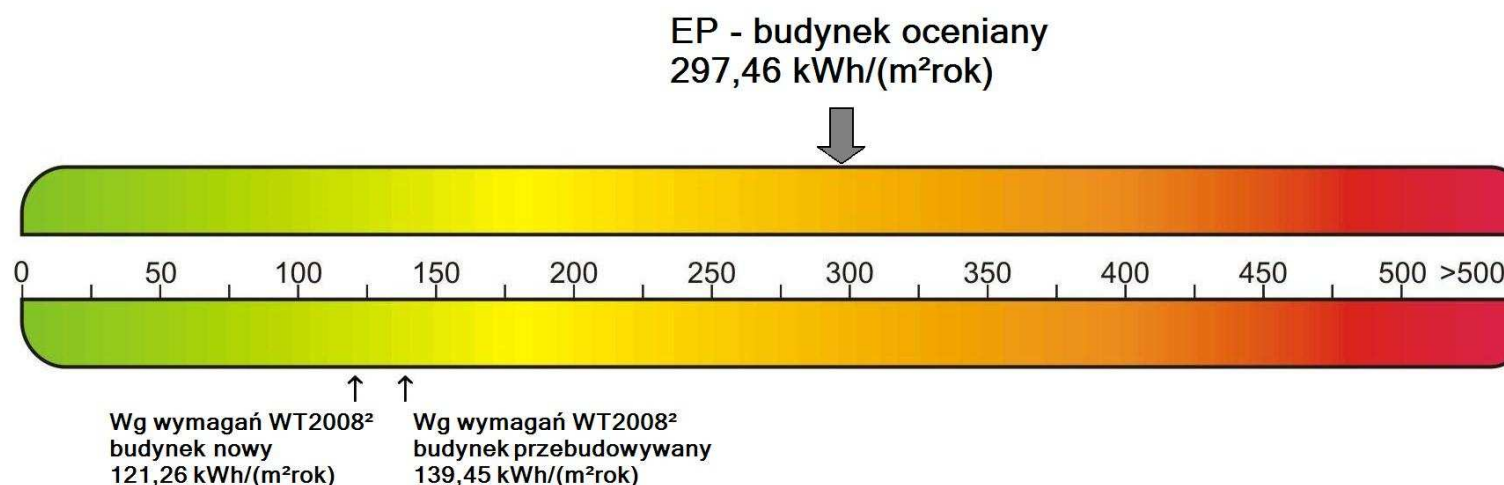


CO POWINIEN ZROBIĆ NADZÓR BUDOWLANY ?

**gdy nowy budynek nie spełnia aktualnych
wymagań prawnych**



Przyjmijmy, że nowy budynek charakteryzuje się następującymi parametrami:





ŚWIADECTWO CHARAKTERYSTYKI ENERGETYCZNEJ
dla budynku, Gminna Szkoła Podstawowa, dz. nr 571/1 ogręb Budzów -,
58-257 Budzów

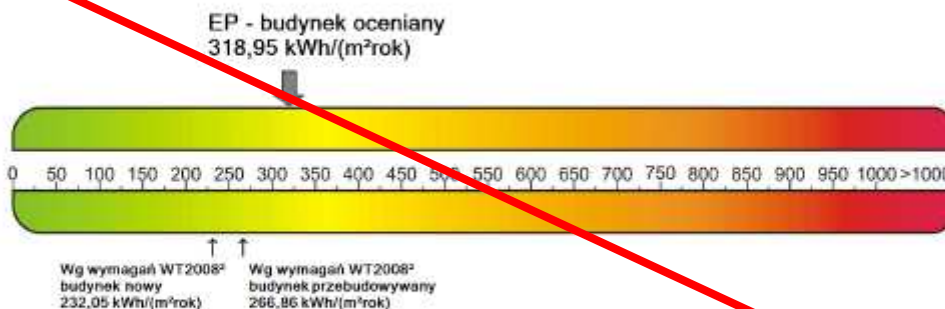
Ważne do: 2021-12-22

Budynek oceniany

Rodzaj budynku:	wolnostojący
Adres budynku:	dz. nr 571/1 ogręb Budzów - 58-257 Budzów
Całość / część budynku:	całość
Rok zakończenia budowy / rok oddania do użytkowania:	2011 / 2011
Rok budowy instalacji / rok modernizacji instalacji:	2011 / 2011
Liczba lokali użytkowych:	1
Powierzchnia użytkowa (Af):	792,94 m ²
Cel wykonania świadectwa:	budynek nowy

**Projekt musi spełnić
warunek EP**

Obliczeniowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną¹



Stwierdzenie dotrzymania wymagań wg WT2008²

Zapotrzebowanie na energię pierwotną (EP)		Zapotrzebowanie na energię końcową (EK) ³	
Budynek oceniany	318,95 kWh/(m ² rok)	Budynek oceniany	206,70 kWh/(m ² rok)
Budynek wg WT2008	232,05 kWh/(m ² rok)		





Certyfikacja energetyczna w prawie budowlanym

Jeżeli budynek nie spełniałby któregoś z podstawowych wymagań np.. :

- a) bezpieczeństwa konstrukcji,
- b) bezpieczeństwa pożarowego,
- c) bezpieczeństwa użytkowania,
- d) odpowiednich warunków higienicznych i zdrowotnych oraz ochrony środowiska,
- e) ochrony przed hałasem i drganiami,

A nadzór budowlany wiedziałby o tym...

nie dopuściłby budynku do użytkowania

Aktualnie nie dotyczy to punktu:

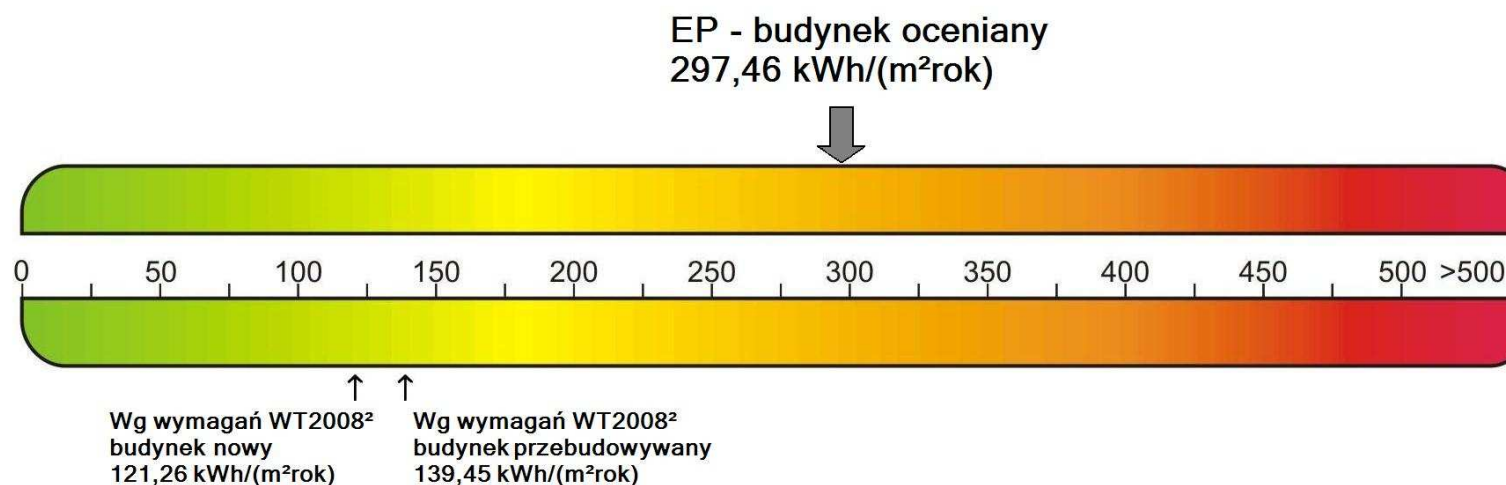
f) Odpowiedniej charakterystyki energetycznej budynku

oraz racjonalizacji użytkowania energii

Dlaczego?



Opracowane świadectwo energetyczne budynku jest ekspertyzą w zakresie jakości energetycznej budynku



Pomimo sporządzonego raportu o stanie energetycznym budynku nadzór budowlany przy wydawaniu pozwolenia na budowę nie kieruje się Prawem budowlanym !





6. BILANS MOCY URZĄDZEŃ



W ramach projektowanej charakterystyki energetycznej należy dodatkowo określić:

a) bilans mocy urządzeń elektrycznych oraz urządzeń zużywających inne rodzaje energii, stanowiących jego stałe wyposażenie budowlano-instalacyjne, z wydzieleniem mocy urządzeń służących do celów technologicznych związanych z przeznaczeniem budynku,

Tabela 3. Przykładowe zestawienie zapotrzebowania na moc na potrzeby instalacji c.o. (projektowe obciążenie cieplne wg PN-EN 12831:2006 [6])

Lokal	Projektowe obciążenie cieplne [kW]
Hala sportowa	180,86
Dom kultury	123,55
Razem	304,41

Tabela 5. Przykładowe zestawienie zapotrzebowania na moc do oświetlenia

Lokal	Moc opraw [W/m ²]	Czas użytkowania [h/rok]	Zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/rok]	Zapotrzebowanie na energię pierwotną [kWh/rok]
Hala sportowa	10,50	4000,00	58 561,23	175 683,69
Dom kultury	15,00	4000,00	79 070,40	237 211,20
Razem	–	–	137 631,63	412 894,89





7. WŁAŚCIWOŚCI CIEPLNE PRZEGRÓD ZEWNĘTRZNYCH



Zakres projektu budowlanego

W przypadku budynku wyposażonego w instalacje ogrzewcze, wentylacyjne, klimatyzacyjne lub chłodnicze - właściwości cieplne przegród zewnętrznych.

Właściwości cieplne powinny być obliczone zgodnie z normą PN-EN 6946:2008 uwzględniając wpływ punktowych mostków cieplnych związanych z konstrukcją przegrody.

d) należy sprawdzić czy przegrody spełniają wymagania szczegółowe, tj. nie mogą przekraczać wartość granicznych $U \leq U_{MAX}$

Tabela 7. Przykładowa analiza parametrów izolacyjnych przegród w budynku

Rodzaj przegrody	U [W/(m ² -K)]	g _c	A [m ²]	H _{tr} przegrody otworu [W/K]	H _{tr} mostków liniowych [W/K]	H _{tr} łącznie [W/K]	f _{Rsi} **
Podłoga na gruncie	0,135*	-	3079,42	140,31	0,00	140,71	0,98*
Stropodach	0,178*	-	997,44	177,54	0,00	177,54	0,98*
Stropodach	0,185	-	2078,30	384,49	0,00	384,49	0,98*
Ściana zewnętrzna	0,220	-	1868,58	411,09	0,00	411,09	0,97*
Ściana zewnętrzna	0,228	-	473,19	107,89	0,00	107,89	0,97*
Stolarka budowlana - typ 1	1,500*	0,67	523,60	785,40	0,00	785,40	-
Stolarka budowlana - typ 2	1,800	0,67	25,15	45,27	0,00	45,27	-
Stolarka budowlana - drzwi wewnętrzne	2,090	0,75	3,68	7,69	0,00	7,69	-

* Wartość średnioważona po powierzchni

** Ryzyko zagrzybienia nie występuje dla $f_{Rsi} > 0,72$





8. SPRAWNOŚCI ENERGETYCZNEJ INSTALACJI



Zakres projektu budowlanego

Podać parametry sprawności energetycznej instalacji ogrzewczych, wentylacyjnych, klimatyzacyjnych lub chłodniczych oraz innych urządzeń mających wpływ na gospodarkę energetyczną obiektu budowlanego,

Tabela 8. Przykładowy raport spełniający wymagania dotyczące instalacji c.o. i c.w.u.

Instalacja		Wartość
c.o.	Zapotrzebowanie na energię końcową do ogrzewania i wentylacji, $Q_{K,H}$ [kWh/rok]	306 505,42
	Zapotrzebowanie na energię pierwotną do ogrzewania i wentylacji, $Q_{P,H}$ [kWh/rok]	337 155,96
	Całkowita średnia sprawność źródeł ciepła na ogrzewanie, $\eta_{H,tot}$	0,90
	Średni współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na ogrzewanie w	1,10
c.w.u.	Zapotrzebowanie na energię końcową do podgrzania ciepłej wody, $Q_{K,W}$ [kWh/rok]	354 049,67
	Zapotrzebowanie na energię pierwotną do podgrzania ciepłej wody, $Q_{P,W}$ [kWh/rok]	298 386,05
	Całkowita średnia sprawność źródeł ciepła na potrzeby c.w.u., $\eta_{W,tot}$	0,62
	Średni współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na potrzeby c.w.u., w	0,84





9. SPEŁNIENIE WYMAGAŃ ZAWARTYCH W WARUNKACH TECHNICZNYCH



Zakres projektu budowlanego

d) dane wykazujące, że przyjęte w projekcie architektoniczno-budowlanym rozwiązania budowlane i instalacyjne spełniają wymagania dotyczące oszczędności energii zawarte w przepisach techniczno –budowlanych

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DzU z 2008 r. nr 201, poz. 1238 ze zm.) [3].

Wymagania określone w przepisach techniczno-budowlanych obejmują spełnienie następujących zagadnień:

Budynek i jego instalacje ogrzewcze, wentylacyjne i klimatyzacyjne, ciepłej wody użytkowej, a w przypadku budynku użyteczności publicznej również oświetlenia wbudowanego, powinny być zaprojektowane i wykonane w taki sposób, aby ilość ciepła, chłodu i energii elektrycznej, potrzebnych do użytkowania budynku zgodnie z jego przeznaczeniem, można było utrzymać **na racjonalnie niskim poziomie.**

RACJONALIZACJA zużycia energii jest procesem projektowym .





RACJONALIZACJĘ ZUŻYCIA ENERGII

JAK to wykonać ?
Za pomocą programu

CERT 
OPTYMALIZACJA





Zakres projektu budowlanego

Wymaganie te uznaje się za spełnione dla budynku mieszkalnego, jeżeli:

1) przegrody zewnętrzne budynku oraz technika instalacyjna odpowiadają wymaganiom izolacyjności cieplnej oraz powierzchnia okien spełnia wymagania określone w załączniku.

przy czym dla budynku przebudowywanego dopuszcza się zwiększenie średniego współczynnika przenikania ciepła osłony budynku o nie więcej niż 15% w porównaniu z budynkiem nowym o takiej samej geometrii i sposobie użytkowania.

Oznacza to, że średnioważony współczynnik przenikania ciepła budynku może być większy o 15% od średniego współczynnika przenikania ciepła dla budynku, którego wszystkie przegrody spełniają wymagania określone w warunkach technicznych.

Sprawdzenie ww wymagań jest niewystarczające ze względu na wymagania określone w rozporządzeniu dotyczącego zakresu i form projektu budowlanego, które wymaga sporządzenia projektowanej charakterystyki zgodnie z rozporządzeniem w sprawie metodologii sporządzania świadectw .

Niezbędne jest sprawdzenie warunku na EP.



Średnioważony współczynnik przenikania ciepła budynku

2.1. Przegrody nieprzezroczyste

Rodzaj przegrody	U [W/m ² K]	A [m ²]	Htr przegrody [W/K]	Htr mostków liniowych [W/K]	Htr łączne [W/K]	fRsi**
dach	0,238	537,80	128,00	0,00	128,00	0,98*
podłoga na gruncie	0,177*	466,40	35,21	0,00	35,21	0,97*
strop nad przejazdem	0,233	39,00	9,09	0,00	9,09	0,96*
ściana zewnętrzna	0,182	75,76	13,79	-0,58	13,21	0,98*
ściana zewnętrzna	0,280	710,07	198,82	-1,25	197,57	0,96*
RAZEM	0.236*	1829,03	384,90	-1,83	383,08	0,97*

2.1. Przegrody nieprzezroczyste

Rodzaj przegrody	U [W/m ² K]	A [m ²]	Htr przegrody [W/K]	Htr mostków liniowych [W/K]	Htr łączne [W/K]	fRsi**
dach	0,238	537,80	128,00	0,00	128,00	0,98*
podłoga na gruncie	0,177*	466,40	35,30	0,00	35,30	0,97*
strop nad przejazdem	0,233	39,00	9,09	0,00	9,09	0,96*
ściana zewnętrzna	0,182	75,76	13,79	-0,58	13,21	0,98*
ściana zewnętrzna	0,758	710,07	538,23	-1,25	536,98	0,96*
RAZEM	0,422*	1829,03	724,41	-1,83	722,58	0,97*

$$U=0,236* 1,15 = 0,271 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Zakres projektu budowlanego

2) **wartość wskaźnika EP [kWh/(m² · rok)]** określającego roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną do ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz chłodzenia jest mniejsza od wartości granicznych, **a także jeżeli przegrody zewnętrzne budynku odpowiadają przynajmniej wymaganiom izolacyjności cieplnej niezbędnej dla zabezpieczenia przed kondensacją pary wodnej,** przy czym dla budynku przebudowywanego dopuszcza się zwiększenie wskaźnika EP o nie więcej niż 15% w porównaniu z budynkiem nowym o takiej samej geometrii i sposobie użytkowania.

Wymaganie te uznaje się za spełnione dla budynku użyteczności publicznej, zamieszkania zbiorowego, budynku produkcyjnego, magazynowego i gospodarczego, jeżeli maksymalne wartości EP rocznego wskaźnika obliczeniowego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną do ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz chłodzenia, w zależności od współczynnika kształtu budynku $A/V_{e'}$ wynoszą:



Wymagania na EP wg WT2008

1) W budynkach mieszkalnych do ogrzewania i wentylacji oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej (EP_{H+W}) w ciągu roku:

a) dla $A/V_e \leq 0,2$; $EP_{H+W} = 73 + \Delta EP$; [kWh/(m² · rok)],

b) dla $0,2 \leq A/V_e \leq 1,05$; $EP_{H+W} = 55 + 90 \cdot (A/V_e + \Delta EP)$; [kWh/(m² · rok)],

c) dla $A/V_e \geq 1,05$; $EP_{H+W} = 149,5 + \Delta EP$; [kWh/(m² · rok)]

2) W budynkach mieszkalnych do ogrzewania, wentylacji i chłodzenia oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej (EP_{HC+W}) w ciągu roku:

$$EP_{HC+W} = EP_{H+W} + (5 + 15 \cdot A_{w,e}/A_f) (1 - 0,2 \cdot A/V_e) \cdot A_{f,c}/A_f; \text{ [kWh/(m}^2 \cdot \text{rok)]}$$

3) W budynkach zamieszkania zbiorowego, użyteczności publicznej i produkcyjnych do ogrzewania, wentylacji i chłodzenia oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej i oświetlenia wbudowanego (EP_{HC+W+L}) w ciągu roku:

$$EP_{HC+W+L} = EP_{H+W} + (10 + 60 \cdot A_{w,e}/A_f) (1 - 0,2 \cdot A/V_e) \cdot A_{f,c}/A_f; \text{ [kWh/(m}^2 \cdot \text{rok)]}$$



ŚWIADECTWO CHARAKTERYSTYKI ENERGETYCZNEJ
dla budynku, Gminna Szkoła Podstawowa, dz. nr 571/1 ogręb Budzów -,
58-257 Budzów

Ważne do: 2021-12-22

Budynek oceniany

Rodzaj budynku: wolnostojący

Wyznaczenie wskaźnika EP

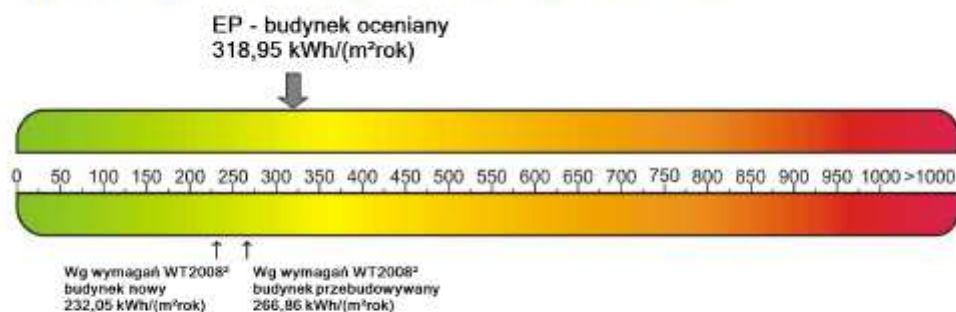
10. Sprawdzenie wymagań prawnych

Wskaźnik EP dla budynku projektowanego	318,95 kWh/m²rok
Wskaźnik EP dla budynku nowego wg WT 2008	232,05 kWh/m²rok
Wskaźnik EP dla budynku przebudowywanego wg WT 2008	266,86 kWh/m ² rok

Cel wykonania świadectwa: budynek nowy

$$EP = 232,05 * 1,15 = 266,86 \text{ kWh}$$

Obliczeniowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną¹



Stwierdzenie dotrzymania wymagań wg WT2008²

Zapotrzebowanie na energię pierwotną (EP)		Zapotrzebowanie na energię końcową (EK) ³	
Budynek oceniany	318,95 kWh/(m ² rok)	Budynek oceniany	206,70 kWh/(m ² rok)
Budynek wg WT2008	232,05 kWh/(m ² rok)		



ŚWIADECTWO CHARAKTERYSTYKI ENERGETYCZNEJ
dla budynku, Gminna Szkoła Podstawowa, dz. nr 571/1 ogręb Budzów -,
58-257 Budzów

Ważne do: 2021-12-22

Budynek oceniany

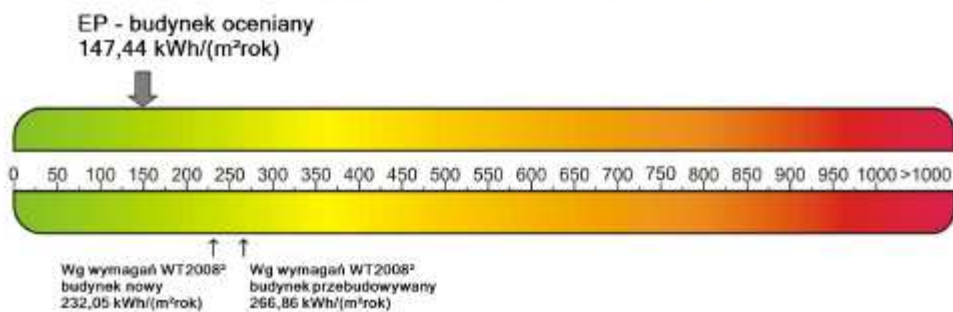
Wyznaczenie wskaźnika EP

10. Sprawdzenie wymagań prawnych

Wskaźnik EP dla budynku projektowanego	147,44 kWh/m ² rok
Wskaźnik EP dla budynku nowego wg WT 2008	232,05 kWh/m ² rok
Wskaźnik EP dla budynku przebudowywanego wg WT 2008	266,86 kWh/m ² rok

Powierzchnia użytkowa (A ₁):	1 822,84 m ²
Cel wykonania świadectwa:	budynek nowy

Obliczeniowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną¹



Stwierdzenie dotrzymania wymagań wg WT2008²

<u>Zapotrzebowanie na energię pierwotną (EP)</u>		<u>Zapotrzebowanie na energię końcową (EK)³</u>	
Budynek oceniany	147,44 kWh/(m ² rok)	Budynek oceniany	279,33 kWh/(m ² rok)
Budynek wg WT2008	232,05 kWh/(m ² rok)		





DALSZE WYMAGANIA WARUNKÓW TECHNICZNYCH



W przepisach techniczno-budowlanych zawarto dodatkowe wymagania szczegółowe, które muszą być również ujęte w projekcie architektoniczno-budowlanym.

- 1. Spełnienie wymagań w zakresie izolacyjności termicznej - wartości współczynnika przenikania ciepła U ścian, stropów i stropodachów, przegród przezroczystych, stolarki budowlanej**, obliczone zgodnie z Polskimi Normami dotyczącymi obliczania oporu cieplnego i współczynnika przenikania ciepła, nie mogą być większe niż wartości U_{max}
- 2. Izolacja cieplna przewodów rozdzielczych i komponentów w instalacjach centralnego ogrzewania, ciepłej wody użytkowej** (w tym przewodów cyrkulacyjnych), instalacji chłodu i ogrzewania powietrznego powinna spełniać wymagania minimalne określone w poniższej tabeli na następnym slajdzie
- 3. Powierzchnia i izolacyjność termiczna przegród przezroczystych.** W budynku mieszkalnym i zamieszkania zbiorowego pole powierzchni A_0 , wyrażone w m^2 , okien oraz przegród szklanych i przezroczystych, o współczynniku przenikania ciepła nie mniejszym niż $1,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, obliczone według ich wymiarów modularnych, nie może być większe niż wartość A_{0max} obliczone według wzoru: $A_{0max} = 0,15 A_z + 0,03 A_w$
- 4. Przepuszczalność energii całkowitej przez przegrody przezroczyste.** We wszystkich rodzajach budynków współczynnik przepuszczalności energii całkowitej okna oraz przegród szklanych i przezroczystych g_c liczony według wzoru:

$$g_c = f_c \cdot g_g \leq 0,5$$

$$\text{a w przypadku gdy } f_G = F_G / (F_S + F_G) > 50\% , \quad g_c \cdot f_G \leq 0,25$$



Tabela 9. Wymagania minimalne dotyczące izolacji cieplnej przewodów rozdzielczych i komponentów w instalacjach c.o. i c.w.u.

Lp.	Rodzaj przewodu lub komponentu	Minimalna grubość izolacji cieplnej (materiał 0,035 W/(m·K) [*])
1.	Średnica wewnętrzna – do 22 mm	20 mm
2.	Średnica wewnętrzna – od 22 do 35 mm	30 mm
3.	Średnica wewnętrzna – od 35 do 100 mm	Równa średnicy wewnętrznej rury
4.	Średnica wewnętrzna – ponad 100 mm	100 mm
5.	Przewody i armatura wg poz. 1–4 przechodzące przez ściany lub stropy, skrzyżowania przewodów	1/2 wymagań z poz. 1–4
6.	Przewody c.o. wg poz. 1–4. ułożone w komponentach budowlanych między ogrzewanymi pomieszczeniami różnych użytkowników	1/2 wymagań z poz. 1–4
7.	Przewody wg poz. 6 ułożone w podłodze	6 mm
8.	Przewody ogrzewania powietrznego (ułożone wewnątrz izolacji cieplnej budynku)	40 mm
9.	Przewody ogrzewania powietrznego (ułożone na zewnątrz izolacji cieplnej budynku)	80 mm
10.	Przewody instalacji wody lodowej prowadzone wewnątrz budynku ^{**}	50% wymagań z poz. 1–4
11.	Przewody instalacji wody lodowej prowadzone na zewnątrz budynku ^{**}	100% wymagań z poz. 1–4

* Przy zastosowaniu materiału izolacyjnego o innym współczynniku przenikania ciepła, niż podano w tabeli, należy odpowiednio skorygować grubość warstwy izolacyjnej

** Izolacja cieplna wykonana jako powietrznoszczelna



- 5. Wymagania dotyczących powierzchniowej kondensacji pary wodnej.** W odniesieniu do przegród zewnętrznych budynków mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego, użyteczności publicznej i produkcyjnych, rozwiązania przegród zewnętrznych i ich węzłów konstrukcyjnych powinny charakteryzować się współczynnikiem temperaturowym f_{Rsi} o wartości nie mniejszej niż wymagana wartość krytyczna, obliczona zgodnie z Polską Normą dotyczącą metody obliczania temperatury powierzchni wewnętrznej koniecznej do uniknięcia krytycznej wilgotności powierzchni i kondensacji międzywarstwowej.

$$f_{Rsi} \geq f_{Rsi \text{ min}} = 0,72$$

Wartość współczynnika temperaturowego charakteryzującego zastosowane rozwiązanie konstrukcyjno-materiałowe należy obliczać według Polskiej Normy: dla przegrody oraz dla miejsc występowania mostków cieplnych.

- 6. Kondensacja pary wodnej.** Dopuszcza się kondensację pary wodnej wewnątrz przegrody w okresie zimowym, o ile struktura przegrody umożliwi wyparowanie kondensatu w okresie letnim i nie nastąpi przy tym degradacja materiałów budowlanych przegrody na skutek tej kondensacji.



Ryzyko zagrzybienia nie występuje, jeśli jest spełniony warunek:

$$f_{Rsi} > f_{Rsi,min}$$

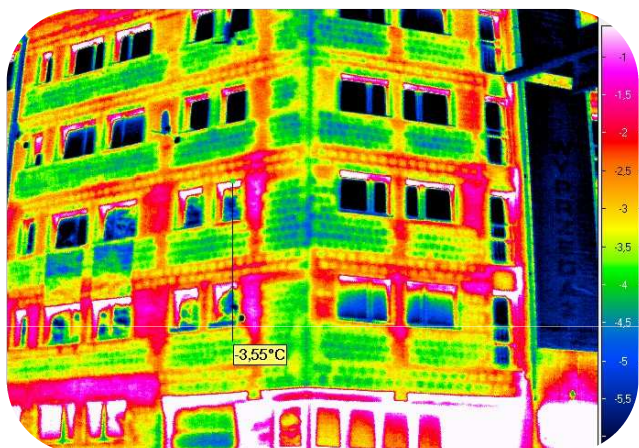
f_{Rsi} – można też policzyć z warunku :

$$f_{Rsi} = (U^{-1} - R_{si})/U^{-1}$$

$$f_{Rsi} = (0,246^{-1} - 0,25)/0,246^{-1}$$

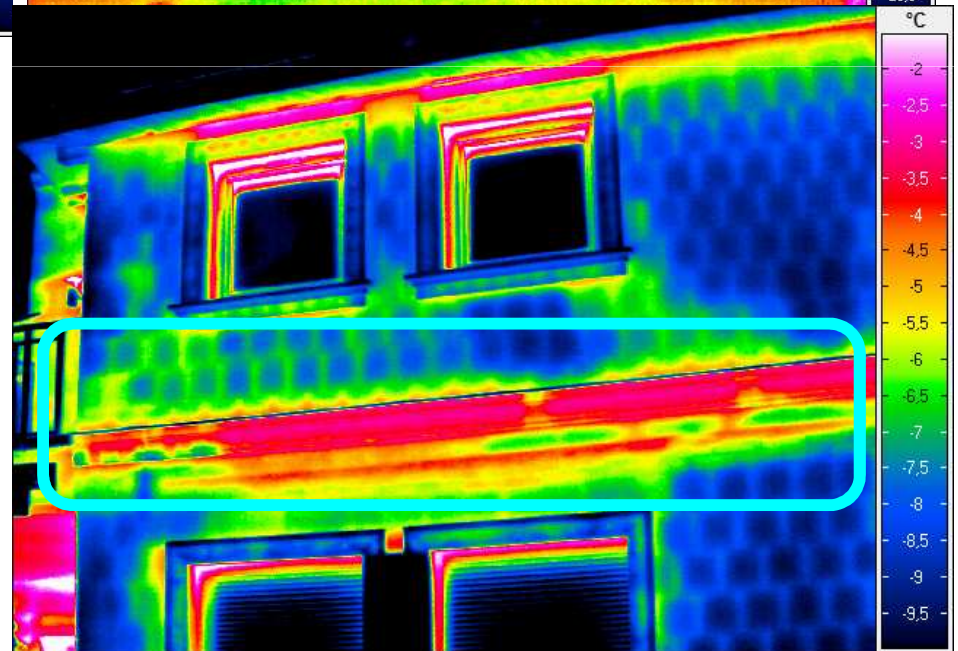
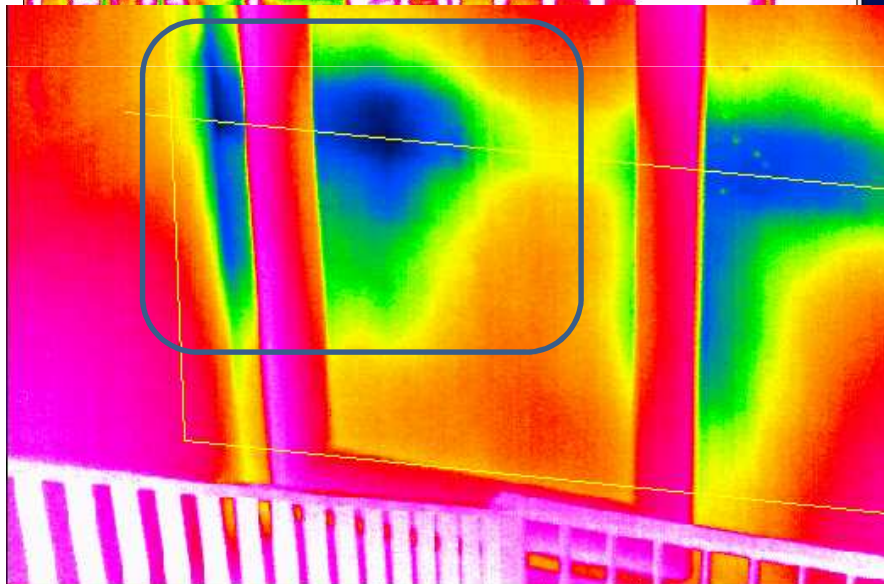
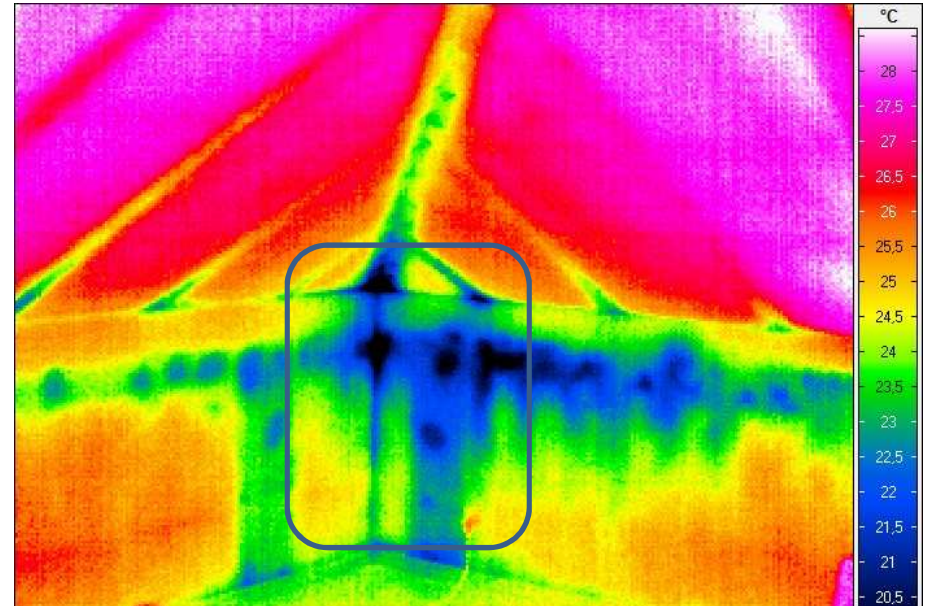
$$f_{Rsi,max} = 0,72$$

$$f_{Rsi} = 0,94 > 0,72 = f_{Rsimix}$$

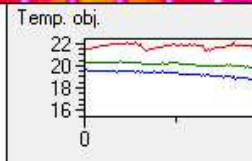


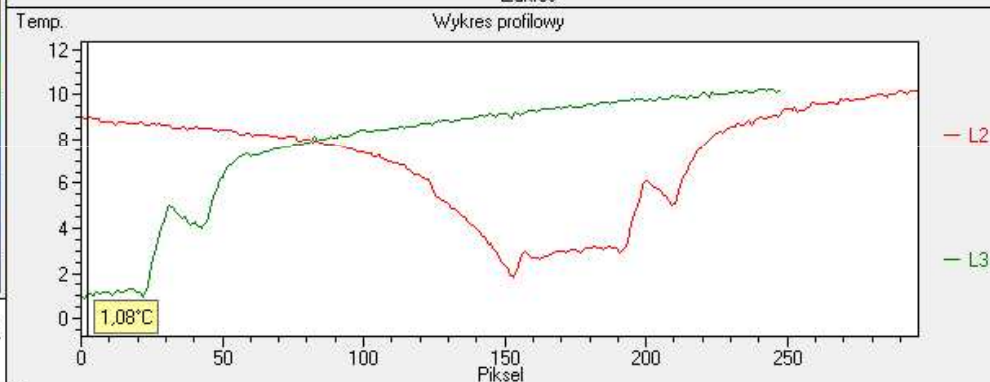
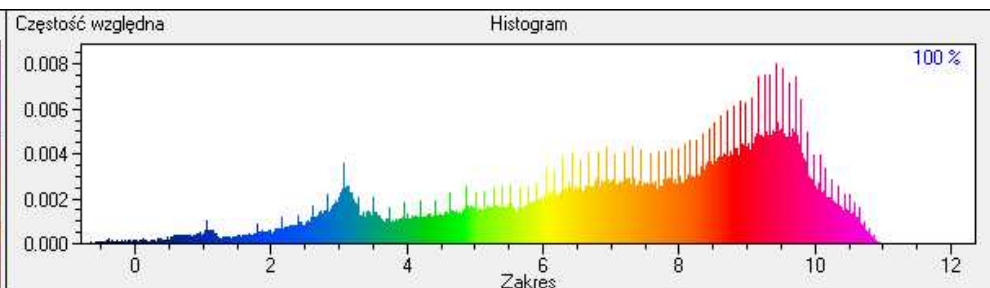
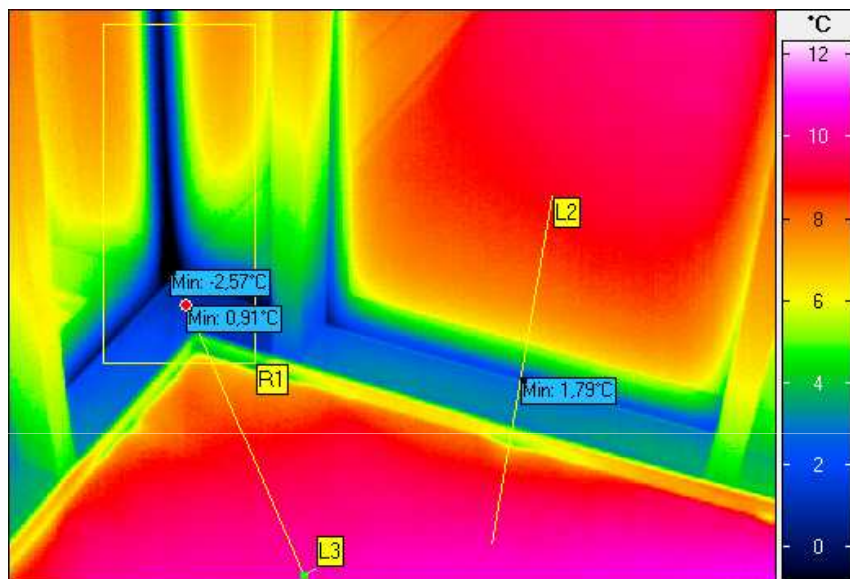
Czynnik temperaturowy projektowanego komponentu budowlanego f_{Rsi} powinien być zawsze większy od minimalnej wymaganej wartości czynnika temperaturowego $f_{Rsi,min}$ – określonego na podstawie warunków klimatu wewnętrznego i zewnętrznego





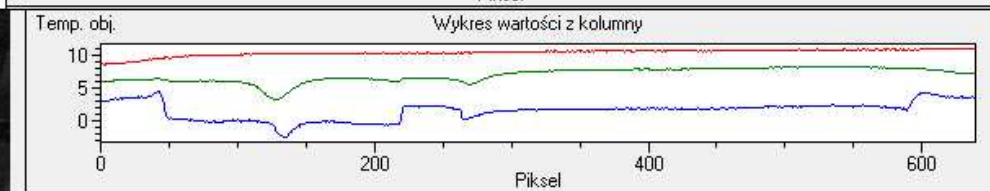
ID	Wartość M	Min	Maks	Zakres	Odch. std.	L[m]
X1	18,97	15,75	21,19	5,45	1,04	0,89
L2	17,80	15,82	20,66	4,83	1,25	0,28





Termogram 48. Pokój 200. Widok wychłodzenia narożnika przegrody przeszklonej - minimalna temp. -2,57 st. C. Zobrazowano też zasięg mostka termicznego na wychłodzonym narożniku - zakres termiczny od 5,391 st. C do 10,01 st. C. Wszystkie temperatury poniżej punktu rosy

ID	Wartość M	Min	Maks	Zakres	Odch. std.	L[m]
R1	3,97	-2,57	7,86	10,43	2,53	0,41
L2	7,09	1,79	10,20	8,42	2,38	0,15
L3	7,72	0,91	10,27	9,35	2,73	0,12



7. Szczelność na przenikanie powietrza. Wymagana szczelność wynosi:

- 1) budynki z wentylacją grawitacyjną - $n_{50} \leq 3,0 \text{ h}^{-1}$;
- 2) budynki z wentylacją mechaniczną - $n_{50} \leq 1,5 \text{ h}^{-1}$.

W budynku mieszkalnym, zamieszkania zbiorowego, budynku użyteczności publicznej, a także w budynku produkcyjnym przegrody zewnętrzne nieprzezroczyste, złącza między przegrodami i częściami przegród oraz połączenia okien z ościeżami należy projektować i wykonywać pod kątem osiągnięcia ich całkowitej szczelności na przenikanie powietrza.

W budynku mieszkalnym, zamieszkania zbiorowego i budynku użyteczności publicznej współczynnik infiltracji powietrza dla otwieranych okien i drzwi balkonowych powinien wynosić nie więcej niż $0,3 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{h} \cdot \text{daPa}^{2/3})$.

- 8. Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii.** W stosunku do budynku o powierzchni użytkowej, większej niż 1 000 m², określonej zgodnie z Polskimi Normami dotyczącymi właściwości użytkowych w budownictwie oraz określania i obliczania wskaźników powierzchniowych i kubaturowych - analizę możliwości racjonalnego wykorzystania pod względem technicznym, ekonomicznym i środowiskowym, odnawialnych źródeł energii, takich jak: energia geotermalna, energia promieniowania słonecznego, energia wiatru, a także możliwości zastosowania skojarzonej produkcji energii elektrycznej i ciepła oraz zdecentralizowanego systemu zaopatrzenia w energię w postaci bezpośredniego lub blokowego ogrzewania;

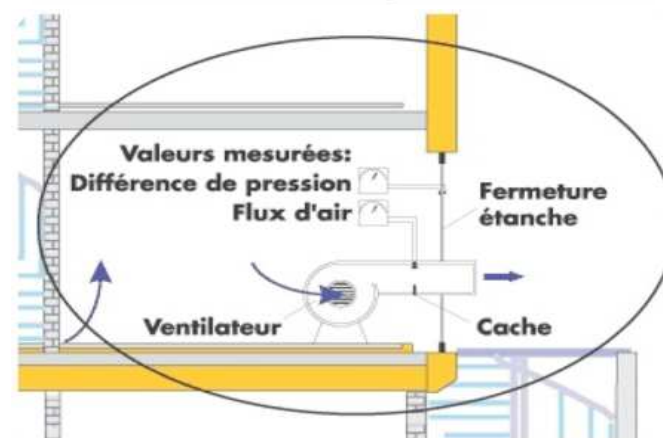
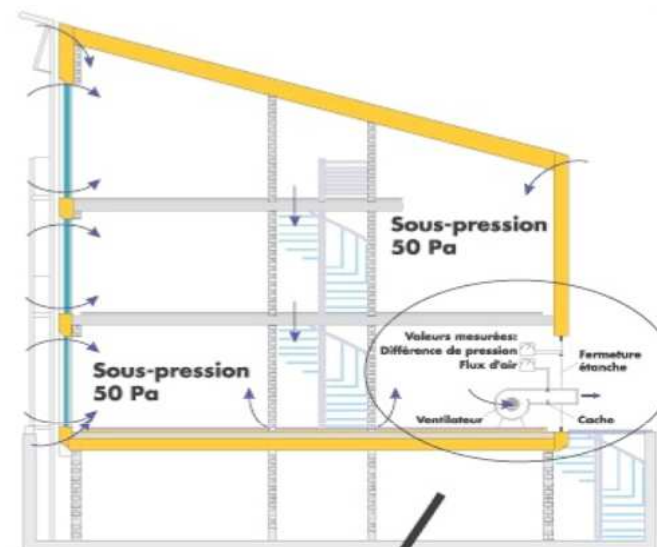




SZCZELNOŚĆ



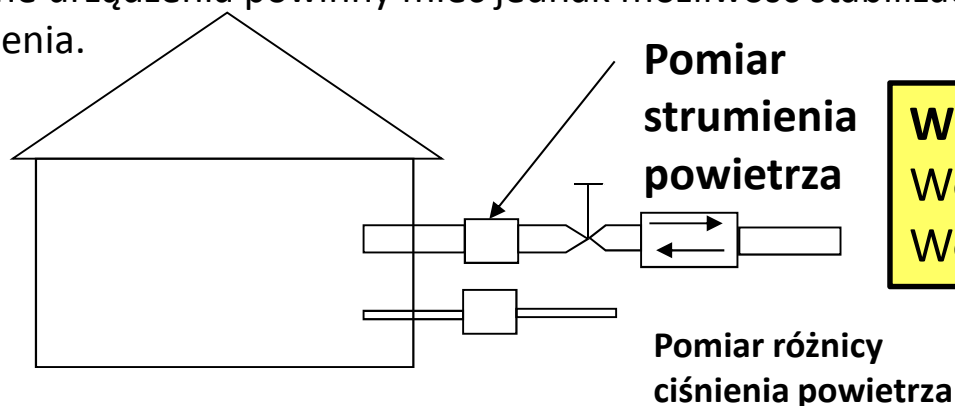
Określanie szczelności budynków



Badanie szczelności obudowy i jej komponentów w obiektach istniejących przeprowadza się za pomocą testów ciśnieniowych. Polegają one na wytwarzaniu nienaturalnie wysokiej różnicy ciśnienia pomiędzy wnętrzem budynku a otoczeniem i jednoczesnym pomiarze strumienia powietrza wciąganego lub wyciąganego w tym celu powietrza. Zazwyczaj różnica ciśnienia wytwarzana jest za pomocą specjalnych zestawów pomiarowych wyposażonych w wentylatory o zmiennej charakterystyce.

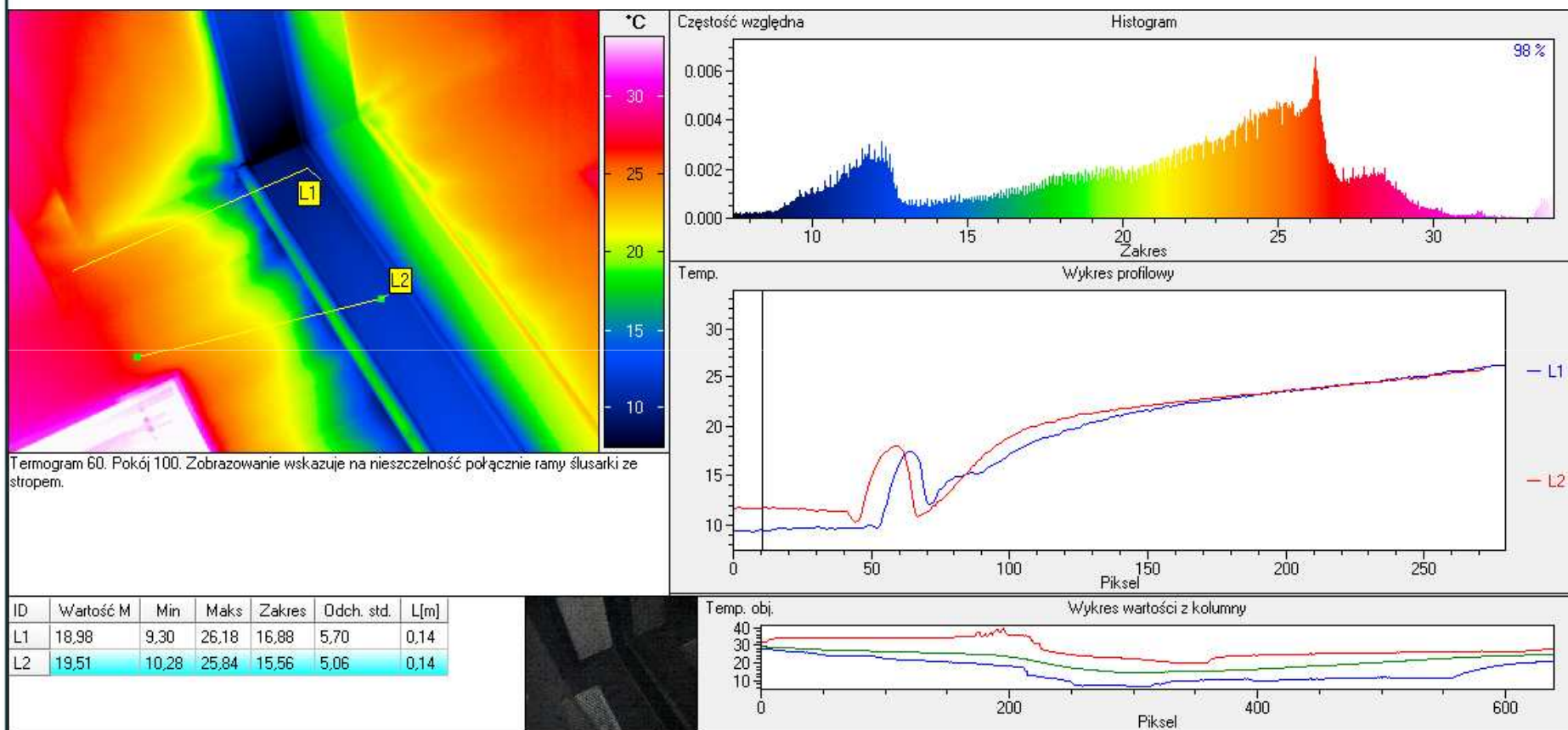
W Polsce została zaaprobowana do stosowania norma PN-ISO 9972, "Izolacja cieplna określanie szczelności budynku. Pomiar ciśnieniowy z użyciem wentylatora,,

Do wywołania przepływu powietrza można wykorzystywać specjalne zestawy pomiarowe (np. typu "blower door") lub istniejące instalacje wentylacyjne ogrzewania powietrznego itp. Zastosowane urządzenia powinny mieć jednak możliwość stabilizacji przepływu dla zadanych różnic ciśnienia.

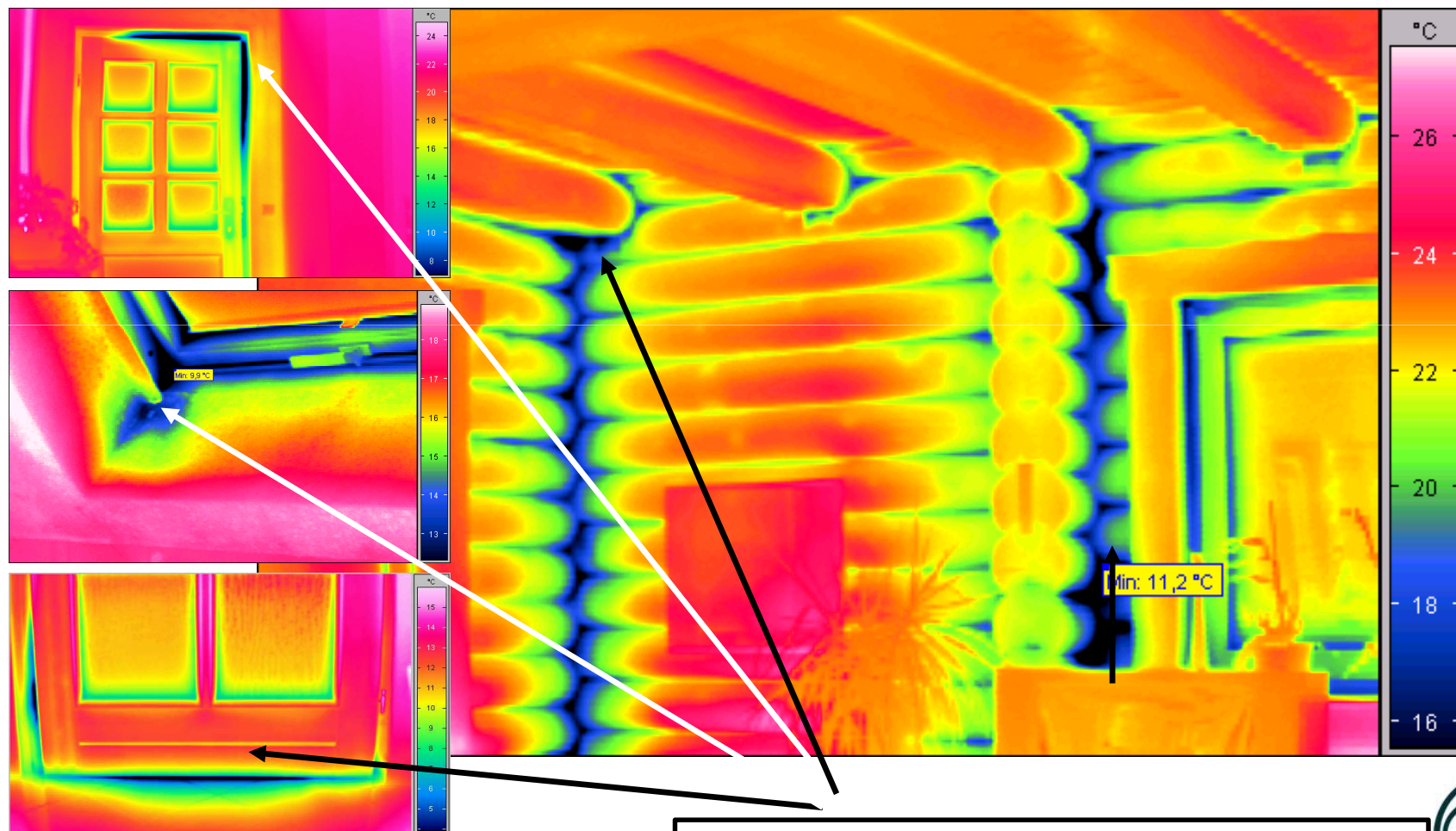

WYMAGANIA PRAWNE

 Wentylacja naturalna $n_{50} \leq 3$

 Wentylacja mechan. $n_{50} \leq 1,5$

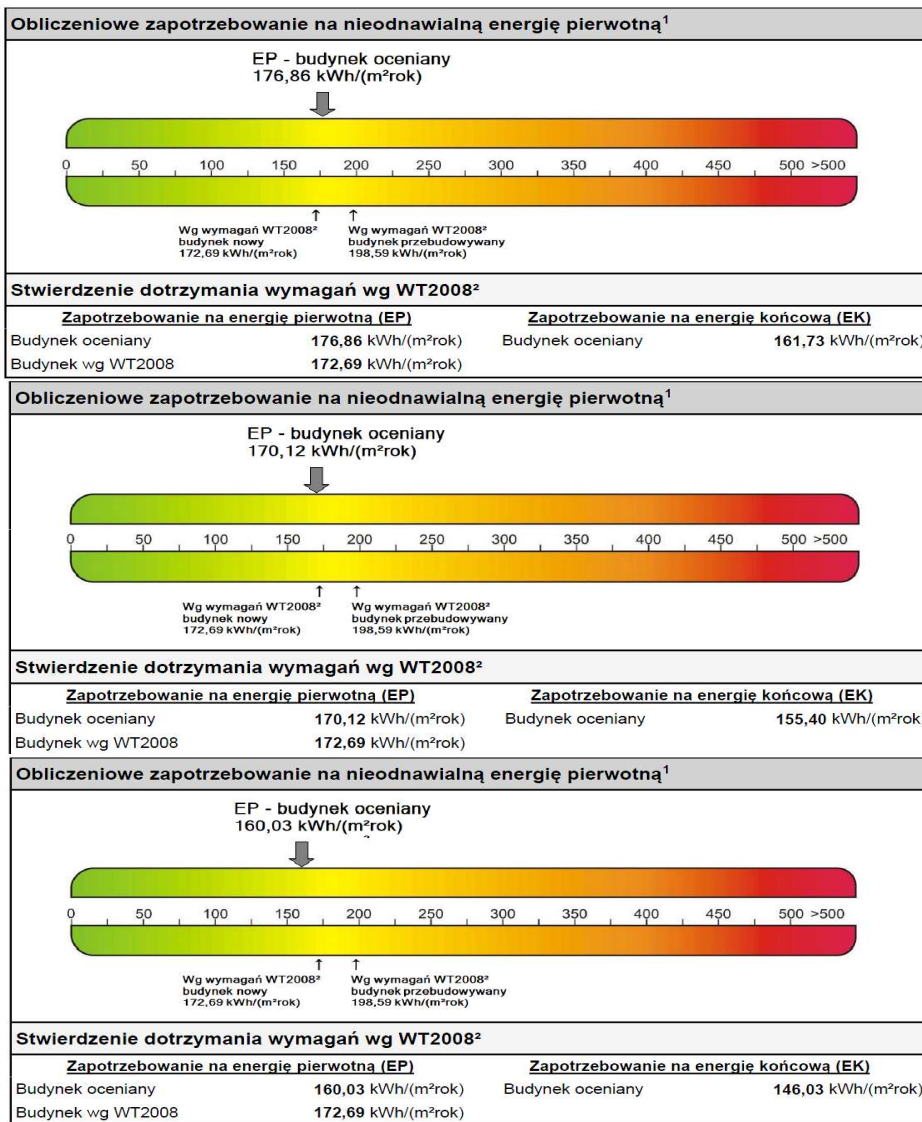



Termografia w budownictwie



Lokalizacja miejsc przepływu powietrza





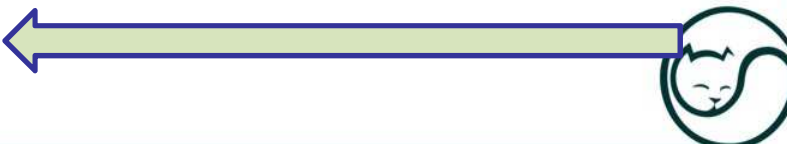
kWh/m²a n₅₀=4 1/h
EP=176,88 kWh/m²a
EK=161,73 kWh/m²a



kWh/m²a n₅₀=3 1/h
EP=170,12 kWh/m²a
EK=155,40 kWh/m²a
poprawa 4%



kWh/m²a n₅₀=1,5 1/h
EP=160,03 kWh/m²a
EK=146,03 kWh/m²a
poprawa 10%





Energia odnawialna, wymagania określone w prawie budowlanym





**ROZPORZĄDZENIE MINISTRA INFRASTRUKTURY
z dnia 3 lipca 2003 r.w sprawie szczegółowego zakresu i
form projektu budowlanego**



Opis techniczny w projekcie budowlanym powinien określać:

W projekcie należy określić w zależności od potrzeb:

- c) **parametry sprawności energetycznej instalacji** ogrzewczych, wentylacyjnych, klimatyzacyjnych lub chłodniczych oraz innych urządzeń mających wpływ na gospodarkę energetyczną obiektu budowlanego,
- d) **dane wykazujące, że przyjęte w projekcie architektoniczno-budowlanym rozwiązania budowlane i instalacyjne spełniają wymagania dotyczące oszczędności energii zawarte w przepisach techniczno-budowlanych;**

10a) w stosunku do budynku o powierzchni użytkowej, większej niż 1.000 m², - analizę możliwości racjonalnego wykorzystania pod względem technicznym, ekonomicznym i środowiskowym, odnawialnych źródeł energii, takich jak: energia geotermalna, energia promieniowania słonecznego, energia wiatru, **a także możliwości zastosowania skojarzonej produkcji energii elektrycznej i ciepła** oraz zdecentralizowanego systemu zaopatrzenia w energię w postaci bezpośredniego lub blokowego ogrzewania;





Analizy opłacalności stosowania energii odnawialnych



Optymalizacja

- **racjonalny** – rozumny; oparty na zasadach poprawnego myślenia i skutecznego działania; uzasadniony; wyrozumowany
- **optymalizacja** – metoda wyznaczania najlepszego (optimalnego) rozwiązania (poszukiwanie ekstremum funkcji) z punktu widzenia określonego kryterium (wskaźnika) jakości (np. kosztu, drogi, wydajności)
- Z braku konkretnych wytycznych można wykorzystać do oceny metodologię zawartą w **RMI z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego** (Dz. U. z dnia 18 marca 2009 r.), zaimplementowaną w Module Optymalizacyjnym programu **CERTO**





Optymalizacja wykonana została w oparciu o wskaźnik SPBT
wynik obliczeń wyrażony jest w latach

Analizę wykonuje się w stosunku do planowanego
konwencjonalnego źródła energii np. gazu ziemnego

- Biomasa:
 - Kocioł na pellets
 - Kocioł na słomę (z zasobnikiem ciepła)
 - Kocioł na zrębki
- Energia geotermalna:
 - Pompa ciepła (woda-woda)
- Energia słoneczna:
 - Kolektory słoneczne na c.w.u.

$$SPBT = \frac{\text{Nakłady inwestycyjne}}{\text{Roczne oszczędności}}$$

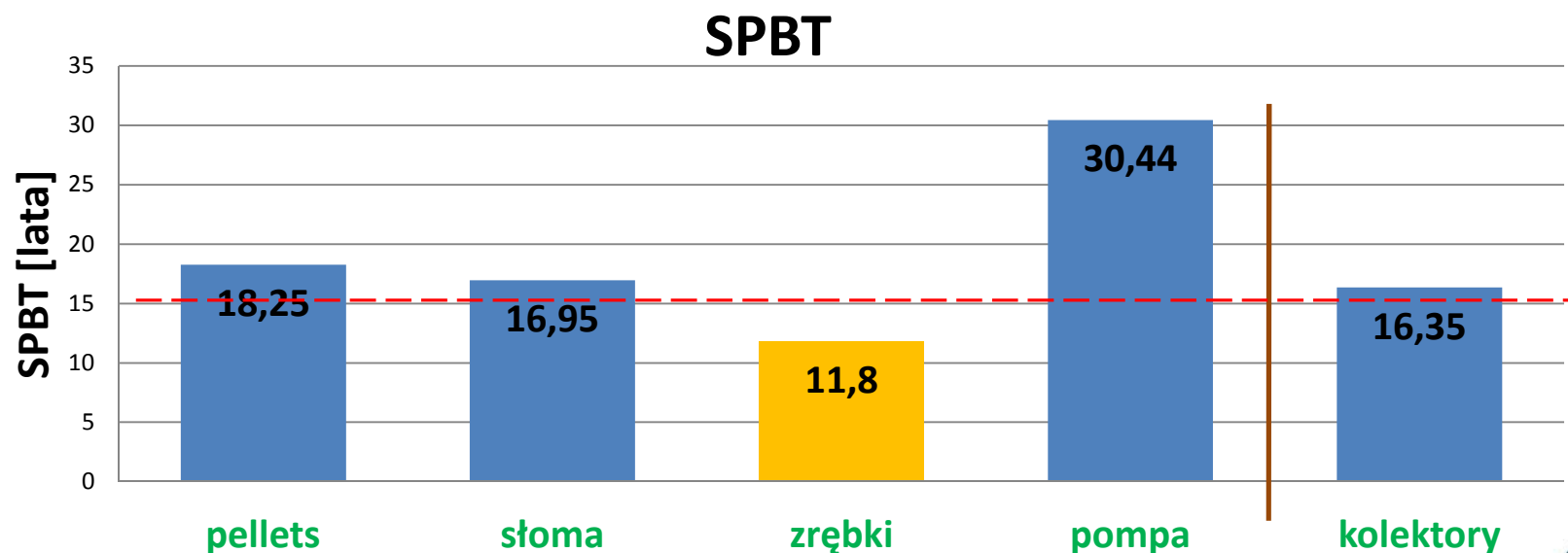
CERTO 
OPTYMALIZACJA



Efekt ekonomiczny – opłacalność

Nazwa	QK,H [GJ/a]	Oz [zł/GJ]	Moc [kW]	Om [zł/(MW*mc)]	Ab [zł/mc]	η [%]	wd	wt	Nakłady [zł]	SPBT [a]
Kocioł na zrę...	3821,61	16,16	545,33	8565,47	0,00	72	1,00	1,00	711978,58	11,80
Kocioł na słomę	3821,61	14,88	545,33	12232,46	0,00	72	1,00	1,00	698669,60	16,95
Kocioł na pellets	3300,48	34,01	545,33	2826,64	0,00	83	1,00	1,00	865020,26	18,25
Pompa ciepła	740,92	153,24	545,33	687,56	0,00	369	1,00	1,00	1830000,00	30,44

Nazwa	QK,H [GJ/a]	Oz [zł/GJ]	Moc [kW]	Om [zł/(MW*mc)]	Ab [zł/mc]	η [%]	Nakłady [zł]	SPBT [a]
Kolektory słoneczne	366,83	28,97	113,97	5345,20	0,00	45	130740,08	16,35

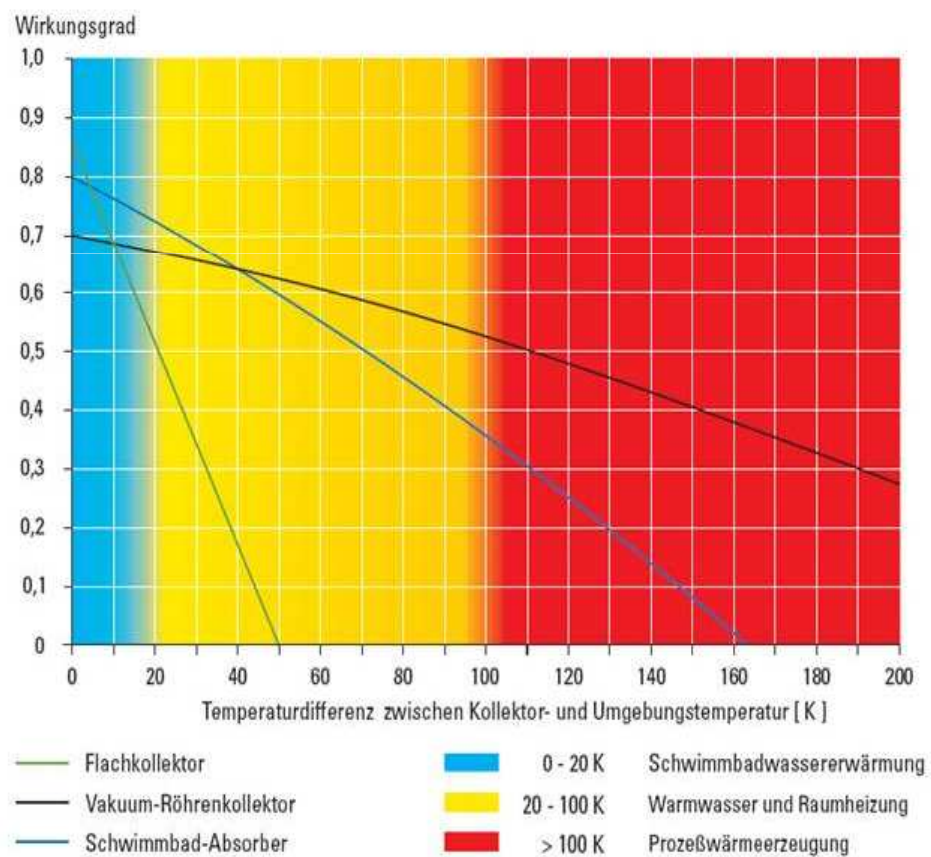




KOLEKTORY SŁONECZNE NA C.W.U.



Sprawność instalacji słonecznej	sprawność kolektora	sprawność przesyłu	sprawność magazynowania	Sprawność całkowita
	0,65	0,8	0,85	0,442

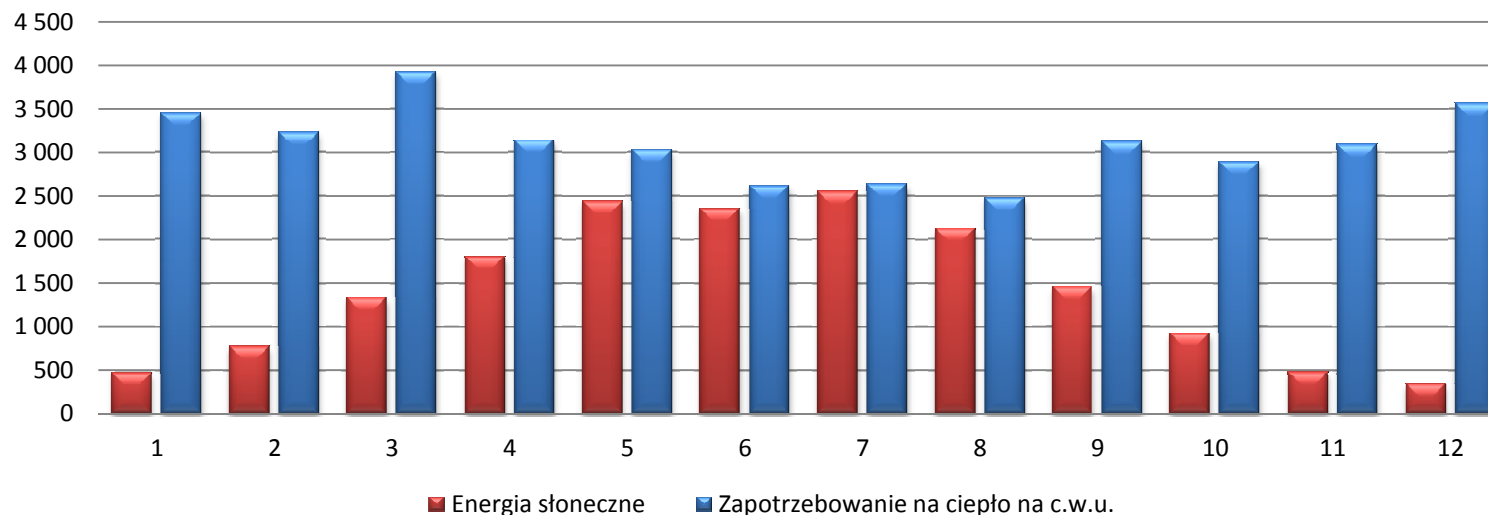




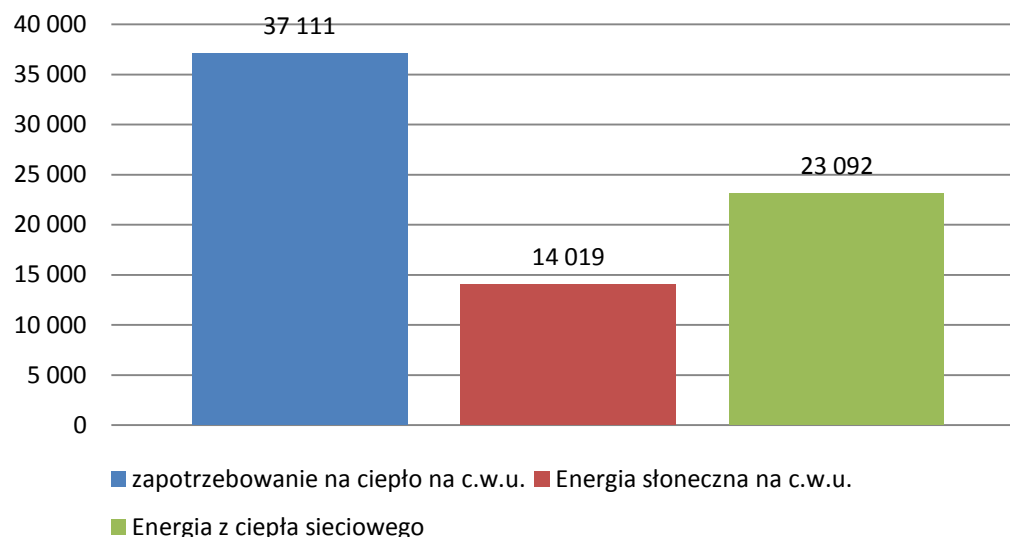
Miesiąc	styczeń	luty	marzec	kwiecień	maj	czerwiec	lipiec	sierpień	wrzesień	październik	listopad	grudzień
Nasłonecznienie dla Krakowa [kWh/m ²]	29,1	47,6	82,2	111,3	150,7	145,8	157,5	131,1	89,9	56,7	29,8	21,0
Powierzchnia kolektorów 18 x 1,8 m ²	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
Energia słoneczna na c.w.u. kWh	417	682	1 176	1 594	2 158	2 088	2 255	1 877	1 287	812	426	301
Miesięczne zapotrzebowanie na ciepło c.w.u. kWh	3 444	3 222	3 917	3 139	3 028	2 611	2 639	2 472	3 111	2 889	3 556	3 556
Teoretyczne pokrycie ciepła z kolektorów słonecznych	12%	21%	30%	51%	71%	80%	85%	76%	41%	28%	12%	8%
Koszt kolektorów słonecznych zł	74 520,0											
ilość dni w miesiącu	31,0	28,0	31,0	30,0	31,0	30,0	31,0	31,0	30,0	31,0	30,0	31,0
ilość dni pracujących	28,0	28,0	31,0	25,0	27,0	22,0	23,0	23,0	22,0	31,0	30,0	21,0
Możliwości rzeczywistego wykorzystania energii słonecznej	90,3%	100,0%	100,0%	83,3%	87,1%	73,3%	74,2%	74,2%	73,3%	100,0%	100,0%	67,7%
Obliczeniowa ilość energii słonecznej wykorzystana do produkcji c.w.u.[kWh]	377	682	1 176	1 328	1 879	1 531	1 673	1 393	944	812	426	204
Oszczędności kosztów energii [zł]	48,4	87,5	150,9	170,4	241,1	196,4	214,7	178,7	121,1	104,2	54,7	26,1
Razem oszczędności kosztów [zł/rok]	1 594,1											
Czas zwrotu poniesionych nakładów SPBT [lata]	46,7											



Zapotrzebowanie na ciepło na c.w.u. i energia słoneczna



Bilans ciepła na c.w.u. z uwzględnieniem energii słonecznej



**Centrum
badań przyrodniczych**

Stopień pokrycia 38%

SPBT ~ 50lat



Fotovoltaika

Sprawność instalacji słonecznej	0,18
Współczynnik zacielenia	1
Wpływ orientacji-dach	0,95
Sprawność przetwarzania en. Ele.	0,95
Efektywna sprawność	0,1625

Szacunkowa powierzchnia

- Ok. 1000 m²
- Moc 1,06 MW



Powierzchnia możliwa do PV

- Ok. 1300 - 1400 m²
- Moc 1,3 MW





Miesiąc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nasłonecznienie [kWh/m ²]	29,1	47,6	82,2	111,3	150,7	145,8	157,5	131,1	89,9	56,7	29,8	21,0
Powierzchnia kolekt. fotowoltaicznych (powierzchnia dachu)	13 000	13 000	13 000	13 000	13 000	13 000	13 000	13 000	13 000	13 000	13 000	13 000
Moc szczytowa PV [kW]	1 300,0											
Sprawność instalacji słonecznej	16,2%	16,2%	16,2%	16,2%	16,2%	16,2%	16,2%	16,2%	16,2%	16,2%	16,2%	16,2%
Energia elektryczna z PV [kWh]	61 539	100 524	173 488	235 049	318 171	307 908	332 574	276 864	189 855	119 742	62 849	44 349
Razem roczna produkcja energii elektrycznej [kWh/rok]	2 222 912,2											
Przychody ze sprzedaży energii przy cenie sprzedaży 0,19 zł/kWh	11 077	18 094	31 228	42 309	57 271	55 423	59 863	49 835	34 174	21 554	11 313	7 983
Przychody z zielnych certyfikatów przy cenie jed. 0,285 zł/kWh	17 539	28 649	49 444	66 989	90 679	87 754	94 784	78 906	54 109	34 126	17 912	12 639
Łączne miesięczne przychody ze stosowania energii PV [zł]	28 616	46 744	80 672	109 298	147 950	143 177	154 647	128 742	88 283	55 680	29 225	20 622
Roczne przychody z PV [zł]	1 033 654,2											
Koszt kolektorów słonecznych zł	24 050 000,0											
Czas zwrotu poniesionych nakładów SPBT [lata]	23,3											



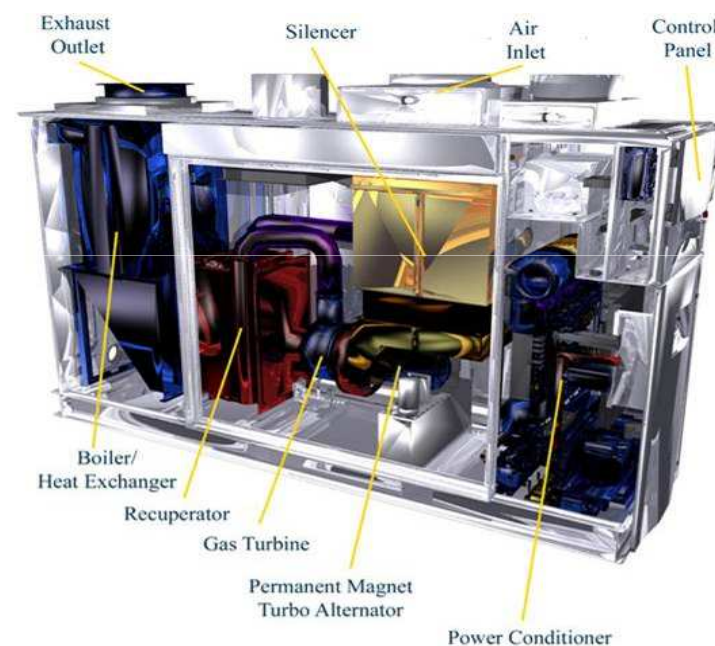
PRODUKCJA CHP I DHP

Kogeneracja gazowa na c.w.u.

Kogeneracja na bio olej na c.w.u.

Kogeneracja na biomasę- zgazowanie

Trigeneracja gazowa ciepło i chłód

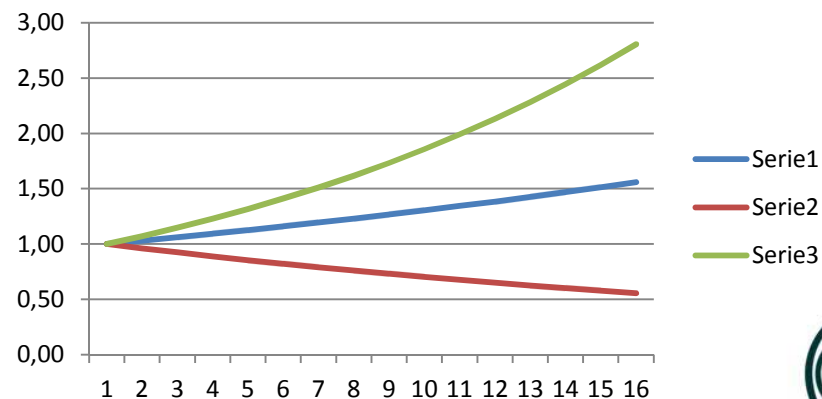


Produkcja energii cieplnej		3 216 283
Produkcja energii elektrycznej		2 866 860
Przychody ze sprzedaży energii elektrycznej		516 035
Przychody z żółtych certyfikatów	zł/rok	401 360
Razem przychody z energii elektrycznej P_{el}	kWh/rok	917 395
Oszczędności kosztów za ciepło P_c	[zł/rok]	486 302
Łączne przychody z CHP $P = P_{el} + P_c$	[zł/rok]	1 805 058
Oszczędności $O = P - K_{CHP}$	[zł/rok]	370 825
SPBT	[lata]	11,59
NPV_{15}	[zł]	5 776 400
T/SPBT		1,29
NPV/T	[zł/rok]	385093,3

$$NPV = -I_0 + \sum_{i=1}^n \Delta E_0 \frac{(1+s)^i}{(1+r)^i}$$

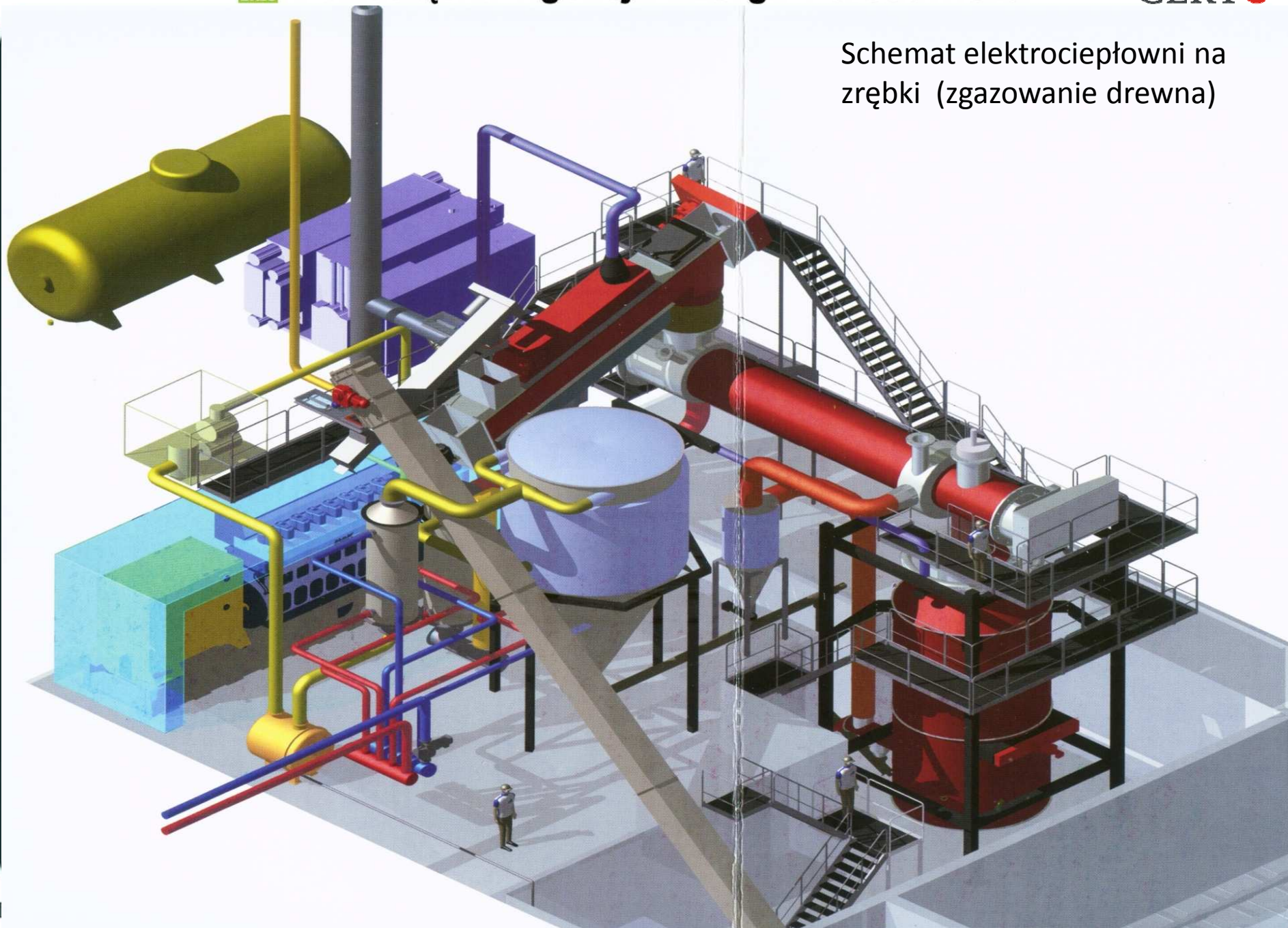
S-wzrost cen energii ponad stopę dyskonta
przyjęto średnio 2,5%

r – stopa dyskonta , przyjęto 4%





Schemat elektrociepłowni na zębki (zgazowanie drewna)





Koszty energii			
Rodzaj kosztów	j.o.	cena jednost.	koszty
Koszty paliwa loko CHP	zł/t	160,00	0,048
Opłata stała	zł/(m ³ /h) za h	0,0000	0
Abonament	zł/m-c	0,00	0
Koszty serwisu	zł/rok	37 400,00	37 400,00
Koszty obsługi	zł/rok	240 000,00	240 000,00
Koszty zarządu	zł/rok	24 000,00	24 000,00
Zużycie wilgotnych zrębków drewna	[t]	2 368	
Opłaty środowiskowe	[zł/rok]	153 925	139 932

Produkcja energii cieplnej		2 906 280
Produkcja energii elektrycznej		2 045 160
Przychody ze sprzedaży energii elektrycznej		388 580
Przychody z żółtych certyfikatów	zł/rok	286 322
Przychody ze sprzedaży zielonych certyfikatów	zł/rok	572 645
Razem przychody z energii elektrycznej P_{el}	kWh/rok	1 247 548
Oszczędności kosztów za ciepło P_c	[zł/rok]	439 430
Łączne przychody z CHP $P = P_{el} + P_c$	[zł/rok]	1 973 300
Oszczędności $O = P - K_{CHP}$	[zł/rok]	1 187 520
SPBT	[lata]	13,04
NPV_{15}	[zł]	15 359 763
T/SPBT		1,15
NPV/T	[zł/rok]	1118336,3





Wariant I - CHP na c.w.u.

moc całkowita CHP	kW	1 156
moc cieplna	kW	520
moc elektryczna	kWe	404
Koszt budowy CHP	zł	1 148 259
Roczny czas pracy CHP	h	8 256
Roczna produkcja energii elektrycznej	kWh	3 339 093
Roczna produkcja energii cieplnej	kWh/rok	4 293 120
Wykorzystanie energii cieplnej na c.o. oraz c.w.u.	kWh/rok	3 901 677
Ilość energii na c.o. do wyprodukowania z kotłowni gazowej	kWh/rok	1 598 615
Paliwo gaz zmienny	zł/m ³	1,68
Koszt jednostkowy paliwa	zł/kWh	0,168
Koszty roczne produkcji energii	zł/rok	1 282 212
Zysk ze sprzedaży energii elektrycznej	zł/rok	985 033
Zysk ze sprzedaży energii cieplnej	zł/rok	817 212
Razem przychody na z ciepła i energii elektrycznej	zł/rok	1 802 245
Koszty produkcji ciepła	zł/rok	721 244
Koszty produkcji energii elektrycznej	zł/rok	560 968
Roczne koszty obsługi CHP	zł/rok	30 000
Remonty, przeglądy, naprawy CHP	zł/rok	22 965
Koszty pośrednie	zł/rok	30 000
Opłaty ekologiczne	zł/rok	8 975
energia elektryczna	zł/rok	12 822
Koszt sieci cieplnej oraz budynku dla CHP	zł/rok	275 000
Koszty paliwa do CHP	zł/rok	1 282 212
Razem koszty		1 386 975
Zysk	zł/rok	415 270
SPBT	lat	3,43

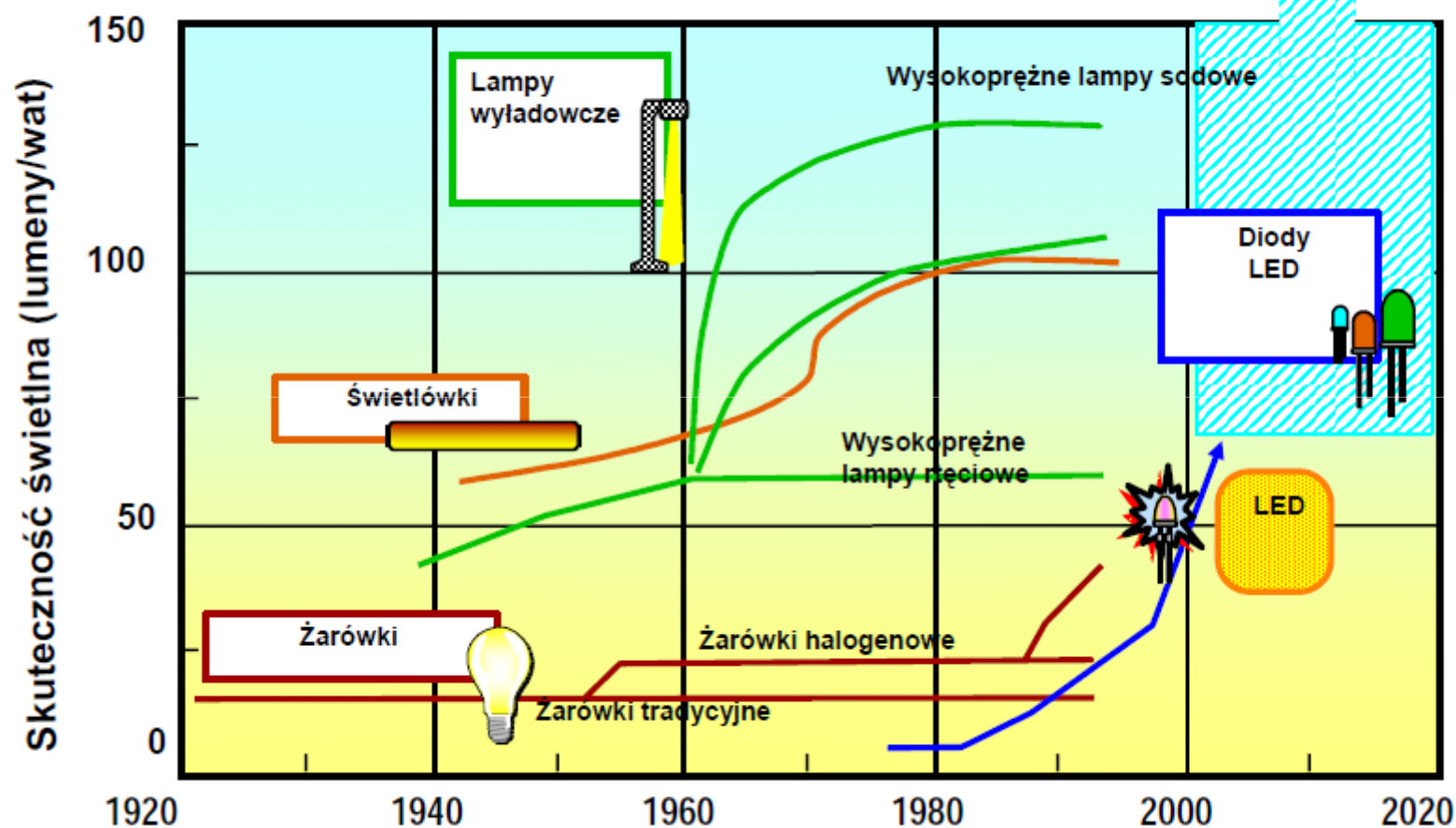




OŚWIETLENIE



Ewolucja źródeł światła





Analiza	j.m	żarówka	światłówka	światłówka kompaktowa	LED
Wydajność	lm/Wat	30	60	110	120
Natężenie światła	[lx]	200	200	200	200
Powierzchnia Af	m ²	100,0	100,0	100,0	100,0
Zainstalowana moc oświetlenia	[W]	667	333	182	167
Koszt 1 W mocy oświetlenieowej	[zł/W]	0,07	0,56	1,33	10,00
Koszt oświetlenia	[zł]	44,44	185,19	242,42	1666,67
Czas działania oświetlenia	[h/rok]	2500	2500	2500	2500
Czujniki ruchu		1	1	1	1
Czujniki natężenia światła		1	1	1	1
Zużycie energii		1667	833	455	417
Oszczędności energii	[kWh/rok]	0	833	1212	1250
koszty za energię elektryczną w skali roku	[zł]	700	350,0	190,9	175,0
Oszczędności roczne [zł]	[zł]	0,00	350,00	509,09	525,00
Nakłady inwestycyjne - źródła	[zł]	44,4	185,2	242,4	1666,7
Nakłady inwestycyjne oprawy, automatyka	[zł]	0,0	0,0	0	5000
Nakłady inwestycyjne - automatyka	[zł]	0,0	0,0	0,0	0,0
Razem nakłady inwestycyjne	[zł]	44,4	185,2	242,4	6666,7
Trwałość	[h]	4000,0	10000,0	12000	50000
Trwałość w latach	[lat]	1,6	4	4,8	20
Ilość wymian	[szt]	12,5	5	4,17	1
Koszty wymian źródeł	[zł/20lat]	555,56	925,93	1010,10	1666,67
Koszty pracowników	[zł/20lat]	761,90	380,95	207,79	190,48
Razem koszty oświetlenia i wymiany	[zł/20lat]	1317,46	1306,88	1217,89	1857,14



Podsumowanie

Wykonanie projektowanej charakterystyki, spełniającej aktualne wymagania prawne wymaga przeanalizowania następujących parametrów :

1. **Projektowane i wykonane w taki sposób, aby ilość energii potrzebnej do użytkowania budynku zgodnie z jego przeznaczeniem, można było utrzymać na racjonalnie niskim poziomie - racjonalizacja wyboru rozwiązań.**
2. **Sprawdzenie wymagań dotyczących wartości wskaźnik nieodnawialnej energii pierwotnej EP obliczonej zgodnie z metodologią obowiązującą przy sporządzaniu świadectw charakterystyki energetycznej**
3. **Sprawdzenie wymagań wartości granicznych współczynnika przenikania ciepła dla przegród $U \leq U_{MAX}$.**
4. **Sprawdzenie współczynnika temperaturowego f_{rsi} dla przegród, oraz w miejscach osłabień izolacji termicznej. $f_{rsi} \geq f_{rsi \min} = 0,72$**
5. **Sprawdzenie kondensacji międzywarstwowej.**
6. **Sprawdzenie warunku kondensacji pary wodnej na wewnętrznej powierzchni przegrody.**
7. **Sprawdzenie warunku g_c dla przegród przezroczystych. $g_c = f_c \cdot g_g \leq 0,5$ a w przypadku gdy $f_g = F_g / (F_s + F_g) > 50\%$, $g_c \cdot f_g \leq 0,25$**
8. **Określenie obciążenia cieplnego odpowiednio na. c.o., c.w.u. chłód, oświetlenie oraz urządzenia pomocnicze.**
9. **Określenie sprawności średniorocznej dla instalacji odpowiednio na. c.o., c.w.u. chłód.**
10. **Sprawdzenie wykorzystania odnawialnych źródeł energii.**





PROJEKTOWANIE BUDYNKÓW

ENERGOOSZCZĘDNYCH

NIESKOENERGETYCZNYCH

PASYWNYCH

ZERO-ENERGETYCZNYCH



Dyrektywa 2010/31/UE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków

Niniejsza dyrektywa promuje poprawę charakterystyki

- energetycznej budynków w Unii
- z uwzględnieniem panujących na zewnątrz warunków klimatycznych i warunków lokalnych
- wymagań dotyczących klimatu wewnętrznego
- opłacalności ekonomicznej.



PRZEDMIOT - Dyrektywa 2010/31/UE

2. Niniejsza dyrektywa ustanawia wymagania w zakresie:

- a) wspólnych ram ogólnych dla metodologii obliczania zintegrowanej charakterystyki energetycznej budynków i modułów budynków;
- b) zastosowania minimalnych wymagań dotyczących charakterystyki energetycznej wobec nowych budynków i nowych modułów budynków;
- c) zastosowania minimalnych wymagań dotyczących charakterystyki energetycznej wobec:
 - podlegających ważniejszej renowacji budynków istniejących, modułów budynków oraz elementów budynków;
 - wobec elementów budynków stanowiących część przegród zewnętrznych i mających istotny wpływ na charakterystykę energetyczną przegród zewnętrznych budynku, w sytuacji gdy elementy te są modernizowane lub wymieniane; oraz
 - wobec systemów technicznych budynku, jeżeli są one instalowane, wymieniane lub modernizowane
- d) krajowych planów mających na celu zwiększenie liczby budynków o niemal zerowym zużyciu energii;**
- e) certyfikacji energetycznej budynków lub modułów budynków;
- f) regularnych przeglądów systemów ogrzewania i klimatyzacji w budynkach; oraz
- g) niezależnych systemów kontroli świadectw charakterystyki energetycznej i sprawozdań z przeglądu.





Ważniejsze definicje dyrektywy 2010/31/UE

2) „budynek o niemal zerowym zużyciu energii” oznacza budynek o bardzo wysokiej charakterystyce energetycznej. Niemal zerowa lub bardzo niska ilość wymaganej energii powinna pochodzić w bardzo wysokim stopniu z energii ze źródeł odnawialnych, w tym energii ze źródeł odnawialnych wytwarzanej na miejscu lub w pobliżu;

14) „poziom optymalny pod względem kosztów” oznacza poziom charakterystyki energetycznej skutkujący najniższym kosztem w trakcie szacunkowego ekonomicznego cyklu życia, przy czym:

a) najniższy koszt jest określany z uwzględnieniem związanych z energią kosztów inwestycyjnych, kosztów utrzymania i eksploatacji (w tym kosztów energii i oszczędności, kategorii odnośnego budynku, zysków z wytworzonej energii – w stosownych przypadkach) oraz – w stosownych przypadkach – kosztów usunięcia; oraz z biomasy, gazu pochodzącego z wysypisk śmieci, oczyszczalni ścieków i ze źródeł biologicznych (biogaz);

b) szacunkowy ekonomiczny cykl życia określany jest przez każde państwo członkowskie. Odnosi się do pozostałego szacunkowego ekonomicznego cyklu życia budynku, jeżeli wymagania charakterystyki energetycznej określono dla budynku jako całości, lub do szacunkowego ekonomicznego cyklu życia elementu budynku, jeżeli wymagania charakterystyki energetycznej określono dla elementów budynku.

Poziom optymalny pod względem kosztów leży w granicach poziomów charakterystyki energetycznej, jeżeli analiza kosztów i korzyści przeprowadzona dla szacunkowego ekonomicznego cyklu życia daje pozytywny wynik;





Przykładowy cykl życia elementów budynku: ściany, dach, okna...





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	20
Budownictwo szkieletowe drewniane	20	30	25





Typ przegrody: OKNA	Trwałość zależna od jakości zastosowanego materiały pod warunkiem realizacji procesów konserwacji i remontów [lat]		Zalecana wartość ekspozycji i niezbędna do obliczeń NPV
Stolarka PVC	18	22	20
Stolarka drewniana	20	25	20
Stolarka aluminium	30	50	30
Okna metalowe	40	70	40
Okna hybrydowe drewno-aluminium	30	50	40





Budynki o niemal zerowym zużyciu energii

1. Państwa członkowskie zapewniają, a) aby do dnia 31 grudnia 2020 r. wszystkie nowe budynki były budynkami o niemal zerowym zużyciu energii; oraz

b) po dniu 31 grudnia 2018 r. nowe budynki zajmowane przez władze publiczne oraz będące ich własnością były budynkami o niemal zerowym zużyciu energii.

Państwa członkowskie opracowują krajowe plany mające na celu zwiększenie liczby budynków o niemal zerowym zużyciu energii. Te krajowe plany mogą zawierać założenia zróżnicowane w zależności od kategorii budynku.

2. Państwa członkowskie opracowują polityki i podejmują działania, takie jak opracowywanie założeń służących pobudzaniu do przekształcania budynków poddawanych renowacji w budynki o niemal zerowym zużyciu energii, i informują o tym Komisję w swoich krajowych planach, o których mowa w ust. 1

3. Plany krajowe zawierają między innymi następujące elementy:

a) szczegółowo stosowaną w praktyce przez dane państwo członkowskie definicję budynków o niemal zerowym zużyciu energii odzwierciedlającą ich krajowe, regionalne lub lokalne warunki i obejmującą liczbowy wskaźnik zużycia energii pierwotnej wyrażony w kWh/m² na rok

6. Państwa członkowskie mogą podjąć decyzję o niestosowaniu ww. wymagań w konkretnych i usprawiedliwionych przypadkach, jeżeli wynik analizy kosztów i korzyści ekonomicznego cyklu życia danego budynku jest negatywny. Państwa członkowskie informują Komisję o zasadach odpowiednich systemów prawnych.



Prawo budowlane

Art. 5 Obiekt budowlany wraz ze związanymi z nim urządzeniami budowlanymi należy, biorąc pod uwagę przewidywany okres użytkowania, projektować i budować w sposób określony w przepisach, w tym techniczno-budowlanych, oraz zgodnie z zasadami wiedzy technicznej, zapewniając:

1) spełnienie wymagań podstawowych dotyczących:

- a) bezpieczeństwa konstrukcji,
- b) bezpieczeństwa pożarowego,
- c) bezpieczeństwa użytkowania,
- d) odpowiednich warunków higienicznych i zdrowotnych oraz ochrony środowiska,
- e) ochrony przed hałasem i drganiami,

f) Odpowiedniej charakterystyki energetycznej budynku

oraz racjonalizacji użytkowania energii



Optymalizacja

- **racjonalny** – rozumny; oparty na zasadach poprawnego myślenia i skutecznego działania; uzasadniony; wyrozumowany
- **optymalizacja** – metoda wyznaczania najlepszego (optimalnego) rozwiązania (poszukiwanie ekstremum funkcji) z punktu widzenia określonego kryterium (wskaźnika) jakości (np. kosztu, drogi, wydajności)
- Z braku konkretnych wytycznych proponujemy wykorzystać do oceny metodologię zawartą w **RMI z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego** (Dz. U. z dnia 18 marca 2009 r.), zaimplementowaną w Module Optymalizacyjnym programu **CERTO**



RACJONALIZACJA - Optymalizacja: :

Metody racjonalizacji-optymalizacji:

Podstawowe wymagania narzucają jednak konieczność racjonalizacji zużycia energii, co w konsekwencji wymaga dokonania optymalizacji.

Obecnie stosowane są dwie metody optymalizacji: na podstawie wskaźnika SPBT lub NPV. Prosty czas zwrotu SPBT (Simple Pay Back Time) czyli PROSTY CZAS ZWROTU oblicza się za pomocą wzoru:

$$SPBT = \frac{N}{\Delta O} \quad [\text{lata lub miesiące}]$$

gdzie:

N – nakłady inwestycyjne,

ΔO – oszczędności

[roczne lub miesięczne.]

czas amortyzacji urządzeń grzewczych 15 lat

Techniczne starzenie się urządzeń grzewczych ok. 10 lat

Trwałość okien 20 lat

Trwałość pokrycia dachowego 20 lat

Trwałość docieplenia w systemie BSO 30 lat

$$Wt = \frac{Ti}{SPBT}$$

T – trwałość analizowanego elementu
lub Czas amortyzacji



Zdyskontowana wartość NPV

Gdzie:

I_0 – nakłady początkowe

ΔE_0 - roczne korzyści

r – koszty pieniądza (stopa dyskonta lub inflacja)

s – wzrost cen nośników energii ponad inflację

i – czas ekspozycji

$$NPV = -I_0 + \sum_{i=1}^n \Delta E_0 \frac{(1+s)^i}{(1+r)^i}$$

