



# **Pierwsze próby budowy budynków niezależnych energetycznie**

**Przykłady modernizacji do stanu nZEB**  
(przykłady głębokiej termomodernizacji z udziałem OZE)

**Jerzy Żurawski**

**Dolnośląska Agencja Energii i Środowiska**





**Dolnośląska Agencja Energii i Środowiska działa od 1999 roku** w zakresie oszczędzania energii i ochrony środowiska w budownictwie mieszkaniowym, samorządowym oraz w przemyśle..

## Właściciele:

**Dr arch. Agnieszka Cena – Soroko:**

architekt,  
audytor energetyczny,  
ekspert Banku Światowego .



**Mgr inż. Jerzy Żurawski:**

inżynier budowlany,  
audytor energetyczny,  
Menager energetyczny wg CEM,  
uprawnienia europejskie ds. energii - Eurem,





# oprogramowanie komputerowe świadectwa energetyczne i audyty energetyczne

## CERT 2015

Umożliwia wykonanie optymalizacji rozwiązań związanych ze zużyciem energii: izolacji termicznej przegród, instalacji i źródeł ciepła.

**Aterm**

**ATERM** - program do wykonywania audytów energetycznych. Analizy i wydruki są zgodne z wymaganiami określonymi w Ustawie Termomodernizacyjnej. Współpracuje z Certo w zakresie bilansów i optymalizacji.

**REMa**  
audyt remontowy

**REMA** - pozwala opracować audyt remontowy zgodnie z Ustawą Termomodernizacyjną, współpracuje z Certo w zakresie bilansu i optymalizacji.

**GAPi**

**GAPI** - program do obliczenia parametrów izolacyjnych stolarki budowlanej wg normy PN-EN ISO 10077-1. Przydatny w pracy audytorskiej i projektowej.

**optima**

**OPTIMA** programy przeznaczone do wstępnych analiz energetycznych budynków. Pozwalają określić prostą charakterystykę energetyczną budynków, wykonać szacunkowy audyt energetyczny. Przydatne przy opracowaniu strategii energetycznych, programów termomodernizacji lub racjonalizacji zużycia energii.





## **Nasz obszar działania to wspomaganie energooszczędnych inwestycji w zakresie:**



opracowanie strategii i programów dotyczących oszczędzania energii wykonywania audytów energetycznych



wykonywania audytów efektywności energetycznej

opracowania planów gospodarki niskoemisyjnej

wykonywania projektorów termomodernizacji.



wykonywania projektów budynków pasywnych

weryfikacje i oceny energetyczne zaprojektowanych budynków,

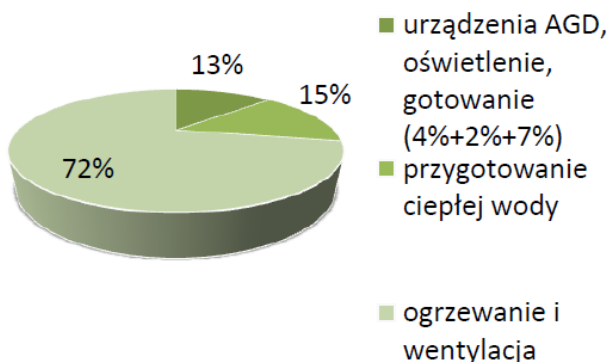
wykonywanie wniosek o dofinansowanie i dotacje,



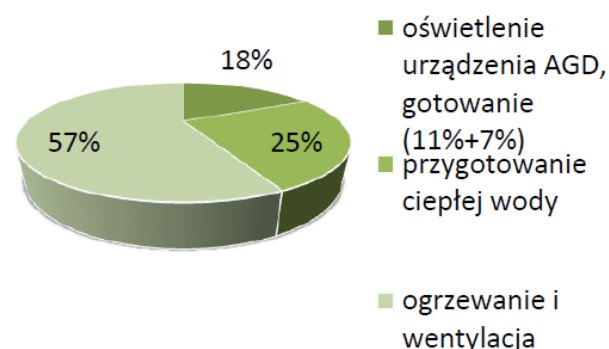
przewodzenie procesu inwestycyjnego w zakresie nadzorów inwestorskich, ekspertyzy budowlane, pomiary termowizyjne oraz próby ciśnieniowe,



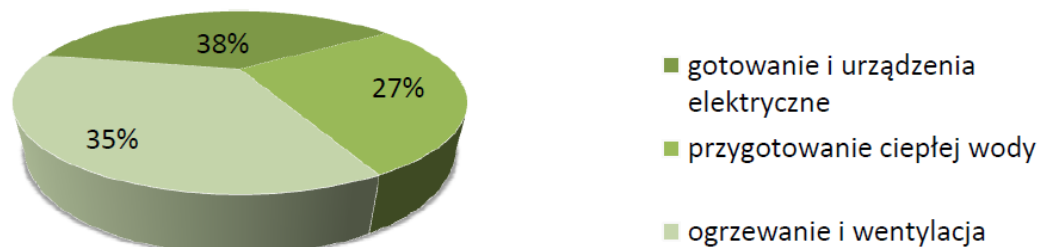
## Struktura zużycia energii w budynkach mieszkalnych w Polsce



## Struktura zużycia energii w budynkach mieszkalnych - w krajach "UE-15"



## Struktura zużycia energii w budynkach mieszkalnych - zalecenie Międzynarodowej Agencji Energetycznej



Rysunek 6. Struktura zużycia energii w budynkach mieszkalnych<sup>12</sup>



# Kryteria oceny efektywności

## energetycznej budynku

**1. GEOMETRIA:** Budynek powinien być odpowiedniej geometrii: zwarty i „otwarty”, właściwie wyeksponowany na słońce

**3. RACJONALNA IZOLACJA TERMICZNA PRZEGRÓD PRZEŹROCZYSTYCH** z dostosowaniem do stron świata, ze zmienną przepuszczalnością promieniowania sł.- gc.

**5. SZCZELNOŚĆ BUDYNKU.** Szczelność budynku ogranicza niekontrolowane przecieków powietrza

**7. RACJONALNY SYSTEM GRZEWczy**  
Wysokosprawny system c.o. i c.w.u. z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii

**9. POJEMNOŚĆ CIEPŁA.** Dostosowanie pracy systemu c.o. i chłodzenia do pojemności cieplnej i budynku

**11. URZĄDZENIA POMOCNICZE,** efektywne energetycznie urządzenia z płynną regulacją

**12. WARUNKI OTOCZENIA – ZIELEŃ.** Budynek wykorzystujący zielen zewnętrzną i wewnętrzną wspomagającą efektywność energetyczną budynku oraz poprawiającą klimat wewnętrzny

**2. RACJONALNA IZOLACJA TERMICZNA PRZEGRÓD NIEPRZEŹROCZYSTYCH**

**4. MOSTKI TERMICZNEJ.** Ograniczenie wpływu mostków termicznych: punktowych, liniowych, oraz geometrycznych.

**6. RACJONALNA WENTYLACJA.** okresowa, hybrydowa lub z odzyskiem ciepła i gruntowym wymiennikiem ciepła GWC, płynną regulacją wydajności sterowaną np. param. CO2

**8. RACJONALNY SYSTEM CHŁODZENIA:** z możliwością wykorzystanie freecoolingu, GWC, bezpośrednie chłodzenie na wymiennik z dolnego źródła pompy ciepła

**10. INTELIGENTNE ZARZĄDZANIE ENERGIĄ** z uwzględnieniem: pojemności cieplnej, zmienności użytkowych oraz parametrów izolacyjnych

**13. OZE.** Budynek produkujący energię ciepłą i elektryczną z OZE dla własnych potrzeb lub do sieci elektroenergetycznych

**14. Energooszczędne ekonomicznie uzasadnione oświetlenie** ze sterowaniem



# Budynki zeroenergetyczne wg dyrektywy 2010/31/UE

Państwa członkowskie zapewniają, aby:

- a) do dnia 31 grudnia 2020 r. wszystkie nowe budynki były budynkami o niemal zerowym zużyciu energii;

**Od 2021**

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

**Od 2019**



# RÓŻNE DEFINICJE BUDYNKU ZEROENERGETYCZNEGO



## Definicja budynków zeroenergetycznych

Idea budynków zeroenergetycznych (ZEB) jest to idea połączenia całkowitego zapotrzebowania na energię budynku z własnych źródeł energii.

Najważniejszym jednak wymogiem stawianym budynkom ZEB jest produkowanie odnawialnej energii w ilości co najmniej pokrywającej własne zużycie energii. Nadprodukcja energii klasyfikować będzie budynek +ZEB.

**Definicja budynku niemal netto zero energetycznego zgodnie normą EN 15603:2008 oznacza energię netto będącej różnicą energii dostarczonej do budynku i wyeksportowanej odniesioną do danego nośnika energii.**





# **Aktualne wymagania prawne w zakresie efektywności energetycznej**

**Jerzy Żurawski**  
**Dolnośląska Agencja Energii i Środowiska**





## **Ostatnie zmiany obejmowały następujące akty prawne**

1. Ustawa prawo budowlane.
2. Ustawa o charakterystyce energetycznej budynków.
3. Ustawa o odnawialnych źródłach energii.
4. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie
5. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 2 lipca 2013 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego.
6. Rozporządzeniu w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku.





# Ustawa o odnawialnych źródłach energii

Nowa ustawa o odnawialnych źródłach energii została przyjęta przez Sejm 20 lutego 2015 roku.

Ustawa wprowadza nowy, aukcyjny system wsparcia dla instalacji OZE o mocy zainstalowanej powyżej 1 MW, który ma rozpocząć działanie w 2016 roku.

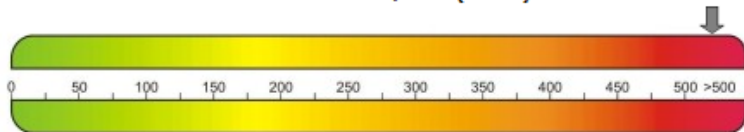
Dla małych instalacji prosumenckich do 10 KW będzie obowiązywała taryfa gwarantowana.

System taryf gwarantowanych daje możliwości rozwoju rozproszonej energetyki obywatelskiej i wpłynie na rozwój nowych technologii w budownictwie.



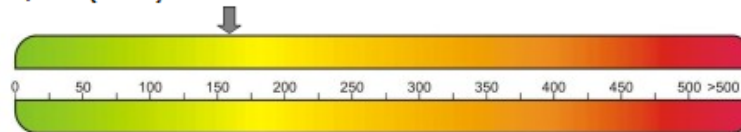


EP - TWÓJ BUDYNEK - STAN AKTUALNY  
640,9 kWh/(m<sup>2</sup>·rok)



WG WYMAGAŃ WT2014  
165,0 kWh/(m<sup>2</sup>·rok)

EP - TWÓJ BUDYNEK - PO OPTYZMALIZACJI  
157,7 kWh/(m<sup>2</sup>·rok)



WG WYMAGAŃ WT2014  
165,0 kWh/(m<sup>2</sup>·rok)

PRZED OPTYZMALIZACJĄ 
  PO OPTYZMALIZACJI 
  OSZCZĘDNOŚCI 
  OSZCZĘDNOŚCI PROCENTOWE



	ENERGIA				MOC	KOSZTY	
	użytkowa	końcowa	pierwotna	EPref		kW	zł/rok
Ogrzewanie i wentylacja:	26,5	16,6	49,8	65,0	12,2	2419,09	0,72
Ciepła woda użytkowa:	2,9	2,6	7,9		2,6	381,22	0,11
Chłodzenie:	0,0	0,0	0,0	0,0		0,00	0,00
Oświetlenie:	33,3	33,3	100,0	100,0	5,6	5226,67	1,56
ZAPOTRZEBOWANIE ŁĄCZNE:	62,7	52,6	157,7	165,0		8026,97	2,39
Kogeneracja (CHP):		0,0			0,0	0,00	
Fotowoltaika (PV):		33,4			10,6	5442,40	
PRODUKCJA ŁĄCZNA:		33,4				5442,40	
BILANS CAŁKOWITY:		19,2				2584,57	



Z kolektorów PV zaplanowano uzyskanie 33,4 kWh/m<sup>2</sup>rok Af  
Bilans energii końcowej z uwzględnieniem PV – EK=19,2 kWh/m<sup>2</sup>rok





## **Główny cel określony w Prawie budowlanym.**

Zgodnie z obowiązującym Prawem budowlanym obiekt budowlany wraz ze związanymi z nim urządzeniami budowlanymi był zaprojektowany i wybudowany w sposób określony w przepisach, w tym techniczno-budowlanych, oraz zgodnie z zasadami wiedzy technicznej, zapewniając:

- a) bezpieczeństwo konstrukcji,
- b) bezpieczeństwo pożarowe,
- c) bezpieczeństwo użytkowania,**
- d) odpowiednie warunki higieniczne i zdrowotne oraz ochrony środowiska,**
- e) ochronę przed hałasem i drganiami,
- f) odpowiednią charakterystykę energetyczną budynku.**





# **Rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego**

**Określa obowiązek przeanalizowania oraz obliczenia i potwierdzenia:**

- spełniania wymagań określonych w Rozporządzeniu w sprawie warunków technicznych jaki powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie
- rocznego zapotrzebowania na energię użytkową, końcową i pierwotną do ogrzewania, wentylacji, przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz chłodzenia obliczone zgodnie z przepisami dotyczącymi metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynków,
- analizy dostępnych nośników energii,
- warunków przyłączenia do sieci zewnętrznych,
- wyboru dwóch systemów zaopatrzenia w energię do analizy porównawczej:
  - systemu konwencjonalnego oraz systemu alternatywnego lub,
  - systemu konwencjonalnego oraz systemu hybrydowego, rozumianego jako połączenie systemu konwencjonalnego i alternatywnego,
- obliczenia optymalizacyjno-porównawcze dla wybranych systemów zaopatrzenia w energię,
- wyniki analizy porównawczej i wybór systemu zaopatrzenia w energię;
- analizę efektywności zdecentralizowanego systemu zasilania budynku w energię
- wykonane analizy mogą lecz nie muszą być pomocne przy podejmowaniu decyzji o stosowaniu OZE





## **Rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie**

### **Nowe wymagania szczegółowe dotyczą:**

- izolacyjności termicznej przegród budowlanych, dopuszczalna maksymalna wartości współczynnika przenikania ciepła -  $U_{MAX}$ ,
- wymagań w zakresie grubości izolacji elementów instalacji c.o. , c.w.u., wentylacji oraz instalacji chłodniczych,
- wymagań w zakresie maksymalnej energochłonności urządzeń pomocniczych dla wentylacji,
- wymagań dla przegród przezroczystych,
- wymagań stosowania osłon przeciwsłonecznych,
- wymagań w zakresie szczelności budynku,
- wymagań w zakresie cieplno-wilgotnościowym przegrody.
- dla pomieszczeń o wymianie powietrza większej niż 500 m<sup>3</sup>/h należy stosować wentylację mechaniczną z odzyskiem ciepła o sprawności temperaturowej minimum 50%.
- Wartości granicznych EP (2014, 2017, 2021)





## Rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie

Aby spełnić wymagania prawne niezbędne jest spełnienie zarówno wymagań szczegółowych jak i wymagań ogólnych w zakresie nieodnawialnej energii pierwotnej  $EP_{WT}$ . Przyjęcie dość rygorystycznych wymagań dotyczących nieodnawialnej energii pierwotnej dodatkowo spowoduje, że zaprojektowanie budynków w wielu wypadkach może być niemożliwe bez zastosowania OZE.

Zaskakujące jest to że dla budynków użyteczności publicznej przyjęty został bardzo skromny podział, obejmujący zróżnicowane wymagania jedynie dla budynków służby zdrowia.

Wszystkie pozostałe podgrupy np.:

- hotelowe,
- usługowe,
- handlowe,
- sportowe zawarto w grupie pozostałe.

**Spełnienie wymagania na  $EP_{WT}$**

**w wielu przypadkach jest już dziś niemożliwe**  
**nawet przy stosowaniu OZE.**



## Wymagania ogólne w zakresie EP

„§ 329. 1. Maksymalną wartość wskaźnika EP określającego roczne obliczeniowe zapotrzebowanie budynku na nieodnawialną energię pierwotną do ogrzewania, wentylacji, chłodzenia, przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz oświetlenia oblicza się zgodnie z poniższym wzorem:

$$EP = EP_{H+W} + \Delta EP_C + \Delta EP_L; [\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})]$$

gdzie:

$EP_{H+W}$  – cząstkowa maksymalna wartość wskaźnika EP na potrzeby ogrzewania, wentylacji oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej,

$\Delta EP_C$  – cząstkowa maksymalna wartość wskaźnika EP na potrzeby chłodzenia,

$\Delta EP_L$  – cząstkowa maksymalna wartość wskaźnika EP na potrzeby oświetlenia.





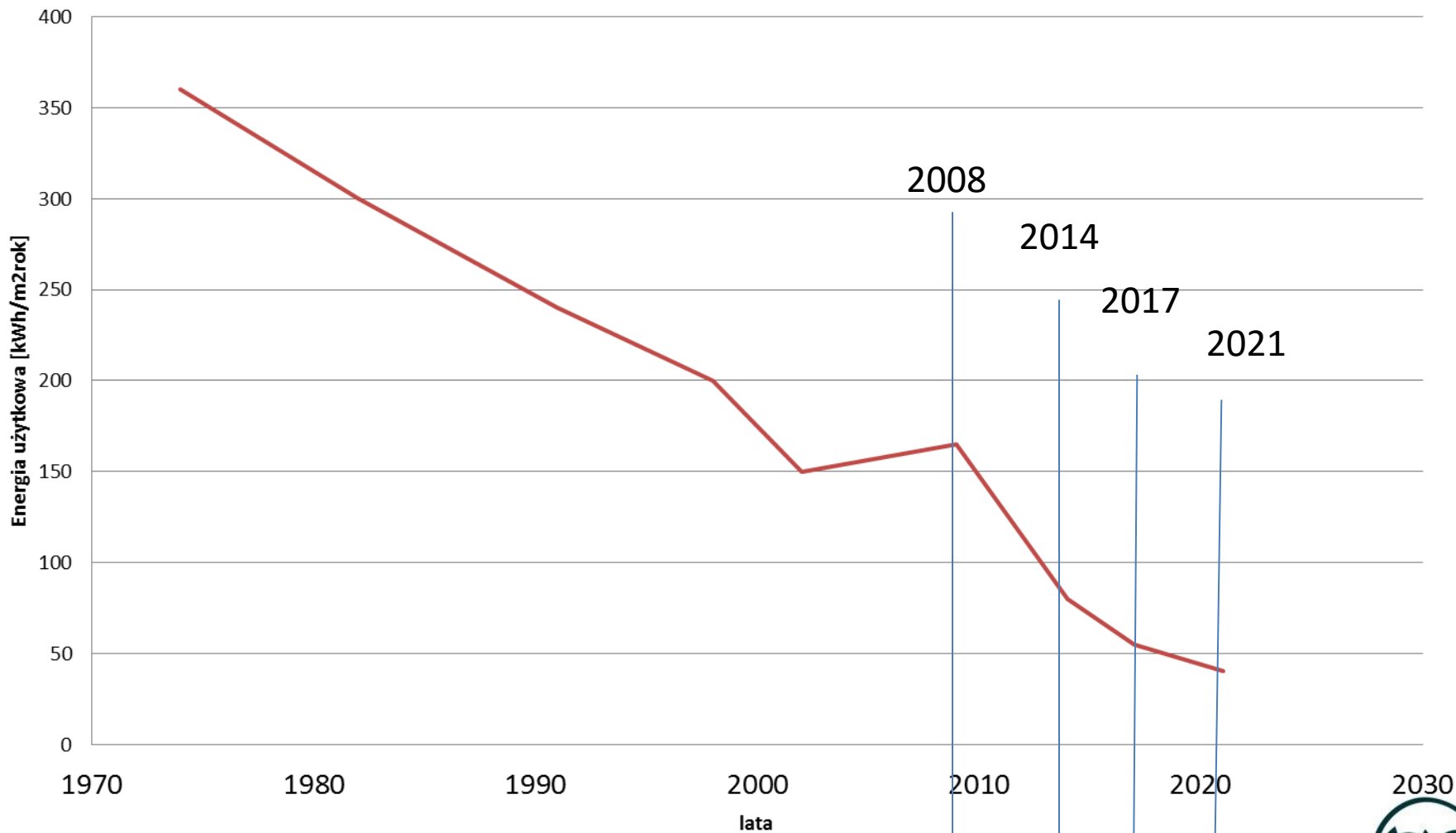
# Zmiana wymagań w zakresie EP od 2014 do 2021

Lp.	Rodzaj budynku	Częstkowe maksymalne wartości wskaźnika EP <sub>H+W</sub> na potrzeby ogrzewania, wentylacji oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej [kWh/(m <sup>2</sup> · rok)]		
		od 1 stycznia 2014 r.	od 1 stycznia 2017 r.	od 1 stycznia 2021 r.*)
1	2	3		
1	Budynek mieszkalny:			
	a) jednorodzinny	120	95	70
	b) wielorodzinny	105	85	65
2	Budynek zamieszkania zbiorowego	95	85	75
3	Budynek użyteczności publicznej:			
	a) opieki zdrowotnej	390	290	190
	b) pozostałe	65	60	45
4	Budynek gospodarczy, magazynowy i produkcyjny	110	90	70

\*) Od 1 stycznia 2019 r. – w przypadku budynków zajmowanych przez władze publiczne oraz będących ich własnością.



## Zmiany energochłonności budynków w Polsce w okresie 1957-2021





## Rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie

Wymagania obowiązujące w roku		2014				2017				2021			
Przeznaczenie budynku		$EP_{H+W}$	$\Delta EP_L$	$\Delta EP_C$	$\Sigma EP$	$EP_{H+W}$	$\Delta EP_L$	$\Delta EP_C$	$\Sigma EP$	$EP_{H+W}$	$\Delta EP_L$	$\Delta EP_C$	$\Sigma EP$
		[W/m <sup>2</sup> K]				[W/m <sup>2</sup> K]				[W/m <sup>2</sup> K]			
Mieszkalny jednorodzinny		120	25		<b>145</b>	95	25		<b>120</b>	70	25		<b>95</b>
Mieszkalny wielorodzinny		105	25		<b>130</b>	105	25		<b>130</b>	105	25		<b>130</b>
Zamieszkania zbiorowego		95	25		<b>120</b>	95	25		<b>120</b>	95	25		<b>120</b>
Użyteczności publicznej	Opieki zdrowotnej	390	25	100	<b>515</b>	290	25	100	<b>415</b>	180	25	50	<b>255</b>
	pozostałe	65	25	50	<b>140</b>	60	25	50	<b>135</b>	45	25	25	<b>95</b>
Budynki gospodarcze produkcyjne, magazynowe		110	25	100	<b>235</b>	90	25	100	<b>70</b>	110	25	50	<b>185</b>



**Pojawia się pytanie:  
Czy stopniowo zaostrzane wymagania są  
uzasadnione ekonomicznie?**





# **PROJEKTOWANIE BUDYNKÓW WG AKTUALNYCH WYMAGAŃ PRAWNYCH**





Budynek i jego instalacje..., powinny być zaprojektowane i wykonane w sposób zapewniający spełnienie następujących wymagań minimalnych:

## I. WYMAGANIA OGÓLNE

2) wartość wskaźnika EP [kWh/(m<sup>2</sup> · rok)] jest mniejsza od wartości granicznej EP<sub>WT2013</sub>

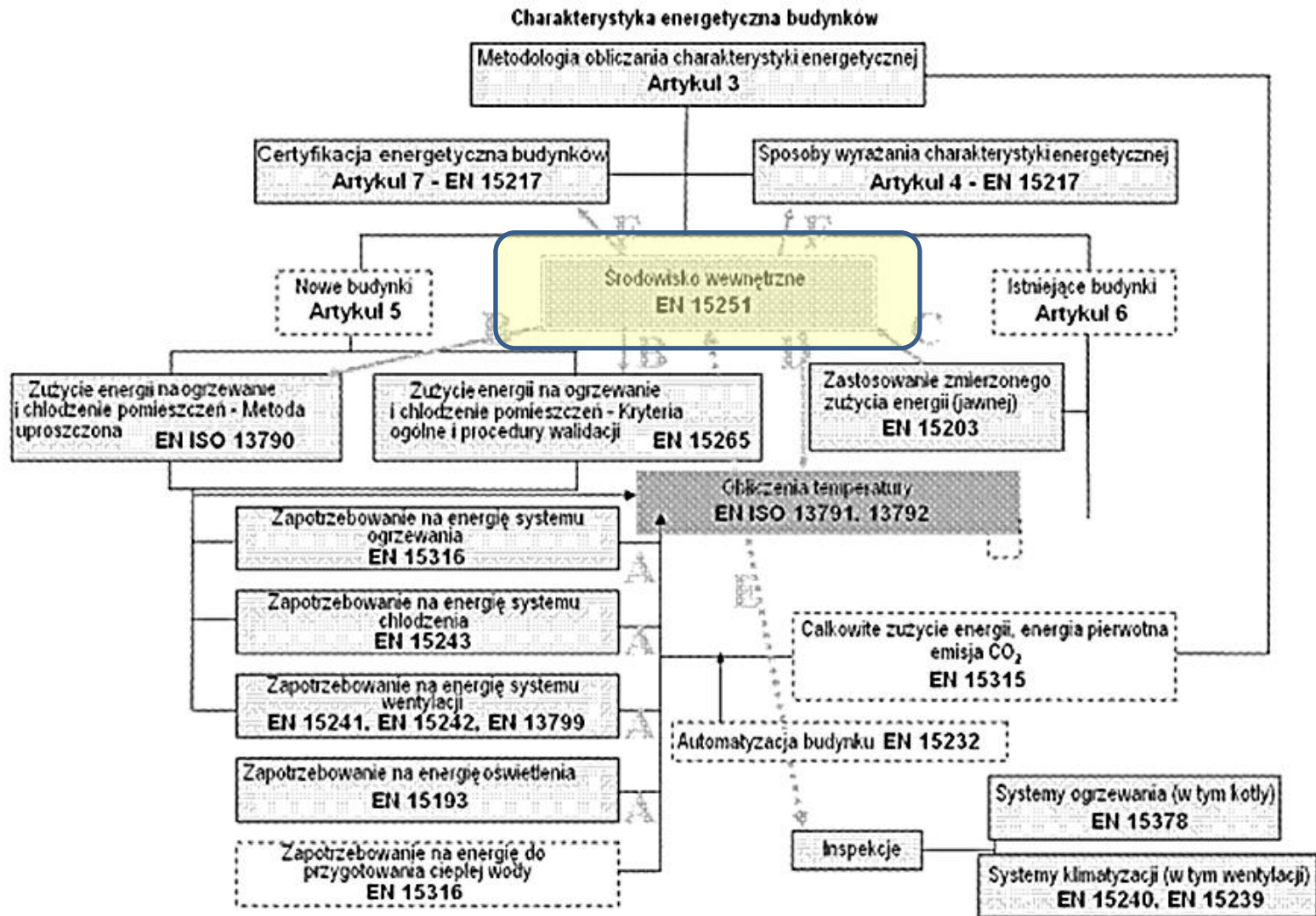
**3. Budynek powinien być zaprojektowany i wykonany w taki sposób, aby ograniczyć ryzyko przegrzewania budynku w okresie letnim.**

Jednocześnie budynki muszą spełnić:

## II. WYMAGANIA SZCZEGÓŁOWE

2) przegrody oraz wyposażenie techniczne budynku odpowiadają przynajmniej minimalnym wymaganiom izolacyjności cieplnej





**Rysunek 1 – Schemat pokazujący związek między różnymi normami dotyczącymi EPBD**





# **SZKOŁA O PASYWNEJ CHARAKTERYSTYCE W BUDZOWIE**

International

**PASSIVE HOUSE**

Association



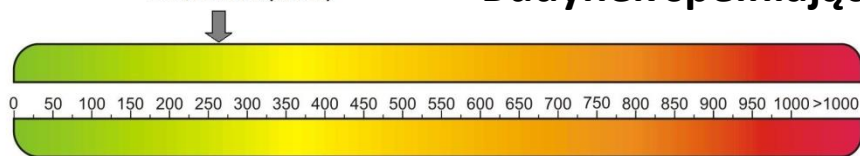
**IPHA**



Typ budynku	Energia pierwotna EP					
	EP <sub>c.o.</sub> na ogrzewanie i wentylację	EP <sub>Cool.</sub> na chłodzenie	EP <sub>c.w.u.</sub> na ciepłą wodę	EP <sub>L</sub> na oświetlenie	EP <sub>pom</sub> energia pomocnicza	ΣEP
	[GJ/rok]	[GJ/rok]	[GJ/rok]	[GJ/rok]	[GJ/rok]	[GJ/rok]
Szkoła zgodnie z minimalnymi wymaganiami prawnymi na WT2008	333,31	16,29	98,09	266,16	62,03	<b>775,88</b>
Szkoła o pasywnej charakterystyce energetycznej	24,94	46,80	24,25	115,81	31,01	<b>242,81</b>
Oszczędności energii [%]	93%	-187%	75%	56%	50%	<b>69%</b>

EP - budynek oceniany  
262,36 kWh/(m<sup>2</sup>rok)

## Budynek spełniający minimum prawne WT2008

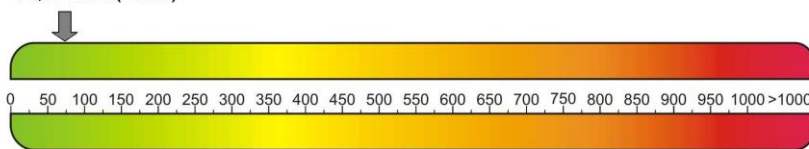


↑  
Wg wymagań WT2008<sup>2</sup>  
budynek nowy  
278,02 kWh/(m<sup>2</sup>rok)

↑  
Wg wymagań WT2008<sup>2</sup>  
budynek przebudowywany  
319,72 kWh/(m<sup>2</sup>rok)

## Budynek o pasywnej charakterystyce energetycznej

EP - budynek oceniany  
71,31 kWh/(m<sup>2</sup>rok)



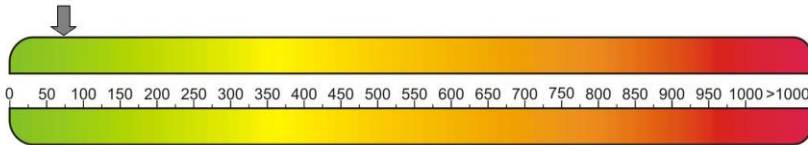
↑  
Wg wymagań WT2008<sup>2</sup>  
budynek nowy  
188,50 kWh/(m<sup>2</sup>rok)

↑  
Wg wymagań WT2008<sup>2</sup>  
budynek przebudowywany  
216,78 kWh/(m<sup>2</sup>rok)





EP - budynek oceniany  
71,31 kWh/(m<sup>2</sup>rok)



Wg wymagań WT2008<sup>2</sup>  
budynek nowy  
188,50 kWh/(m<sup>2</sup>rok)

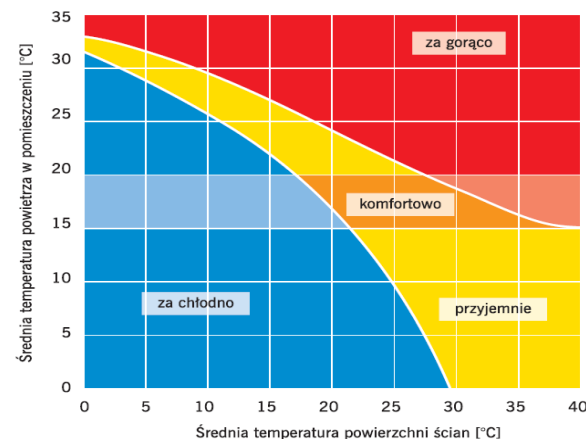
↑ ↑  
Wg wymagań WT2008<sup>2</sup>  
budynek przebudowywany  
216,78 kWh/(m<sup>2</sup>rok)

## Analizy klimatu w pomieszczeniach szkoły o pasywnej charakterystyce energetycznej

### Obliczeniowa temperatura wewnętrzna w szkole pasywnej w Budzowie

Sala dydaktyczna 1.3. Budzów					
Temperatura wynikowa					
		IV	V	VI	IX
$\theta_e$	°C	7,3	13,8	14,7	12,7
$t_M$	h	720	744	720	720
$H_{tr}+H_{ve}$	W/K	30,23	30,23	30,23	30,23
$Q_{sol}$	kWh	309	409	396	225
$Q_{int}$	kWh	248	256	248	248
$Q_{C,gn}$	kWh	557	664	643	472
$Q_{C,nd}$	kWh	193	435	441	226
$\theta_{int,C}$	°C	<b>32,88</b>	<b>43,34</b>	<b>44,26</b>	<b>34,40</b>

Sala dydaktyczna 1.3. Budzów - z osłonami					
Temperatura wynikowa					
		IV	V	VI	IX
$\theta_e$	°C	7,3	13,8	14,7	12,7
$t_M$	h	720	744	720	720
$H_{tr}$	W/K	18,83	18,83	18,83	18,83
$H_{ve}$	W/K	19,64	19,64	19,64	19,64
$H_{tr}+H_{ve}$	W/K	38,48	38,48	38,48	38,48
$Q_{sol}$	kWh	237	171	166	116
$Q_{int}$	kWh	248	256	248	248
$Q_{C,gn}$	kWh	484	427	414	363
$\theta_{int,C}$	°C	<b>24,78</b>	<b>28,72</b>	<b>29,64</b>	<b>25,81</b>



FOT. Sala lekcyjna w szkole pasywnej, w której zarejestrowano niekorzystne warunki użytkowania latem; fot.: J. Żurawski

Przegrody przeźroczyste mają wpływ na jakość klimatu w pomieszczeniach





## ISTOTĄ PROJEKTOWANIA I BUDOWANIA JEST ZAPEWNIENIE ODPOWIEDNIEGO KLIMATU WEWNĘTRZNEGO

Komfort definiowany jest jako stan umysłu, w którym człowiek odczuwa równowagę pomiędzy środowiskiem otaczającym a wrażeniami psychofizycznym.

Na odczucie komfortu wpływa zbiorcza kombinacja wrażeń wizualnych, słuchowych, namacalnych i cieplnych, jakie pojawiają się w danym środowisku i które wynikają ze zmian w zakresie następujących warunków:

- temperatura otaczającego powietrza,
- temperatura promieniowania otaczających powierzchni,
- wilgotność i ruch powietrza,
- zapachy, zawartość CO<sub>2</sub> oraz innych substancji
- ilość kurzu,
- walory estetyczne,
- natężenie hałasu i oświetlenie.

Zapewnienie użytkownikom poczucia komfortu poprzez dobór i regulację odpowiednich parametrów środowiska pracy przekłada się m. in na:

- zwiększenie stopnia skupienia nad wykonywanym zadaniem,
- zmniejszenie ilości popełnianych błędów,
- zwiększenie wydajności i jakości produktów i usług,
- ograniczenie ilości nieobecności w pracy wynikających z chorób,
- ograniczenie ilości wypadków przy pracy i innych zagrożeń zdrowotnych (jak np. chorób układu oddechowego).





## Wartości obliczeniowe liczbowych parametrów powietrza wewnętrznego w okresie letnim i zimowym

Aktywność fizyczna	Okres zimowy				Okres letni					
	Temperatura	Wilgotność względna		Prędkość powietrza maksymalna	Wartości optymalne		Wartości dopuszczalne			Prędkość powietrza maksymalna
		optymalna	dopuszczalna minimalna		Temperatura	Wilgotność względna	Temperatura przy zyskach ciepła jawnego odniesionych do 1 m <sup>2</sup> powierzchni podłogi pomieszczenia lub strefy roboczej		Wilgotność względna maksymalna	
							do 50 [W/m <sup>2</sup> ]	ponad 50 [W/m <sup>2</sup> ]		
[°C]	[%]		[m/s]	[°C]	[%]	[°C]		[%]	[m/s]	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Mała</b>	20–22	40–60	30	0,2	23–26	40–55	$t_z + 3$	$t_z + 5$	70	0,3
<b>Średnia</b>	18–22			0,2	20–23	40–60				0,4
<b>Duża</b>	15–18			0,2	18–21	40–60				0,6



Wprawdzie art. 5 precyzuje sześć warunków podstawowych, to celem nadrzędnym jest zapewnienie bezpieczeństwa użytkowania oraz odpowiednich warunków higienicznych i zdrowotnych.

## **Jakość energetyczna a minimalne wymagania higieniczne.**

Odpowiednia jakość energetyczna budynku musi spełnić wymagania minimalne w zakresie np. : minimalnej wymiany powietrza, temperatury wewnętrznej... Zapewnienie minimalnych wymian powietrza nie oznacza, że budynek będzie zaprojektowany w zadowalającym standardzie użytkowym.

Przykładem mogą być budynki, których standardy użytkowe określone zostały w oparciu o wytyczne międzynarodowe, które znacznie przekraczają minimalne wymagania prawne, obowiązujące w Polsce.

## **PN-EN 15251:2007 - Kryteria środowiska wewnętrznego**

Przy projektowaniu budynków chodzi o stworzenie właściwego środowiska wewnętrznego. Zagadnienie to omówione zostało w normie PN-EN 15251:2007 „Kryteria środowiska wewnętrznego, obejmujące warunki cieplne, jakość powietrza wewnętrznego, oświetlenie i hałas” w której określono m.in. :

- kategorie środowiska wewnętrznego, podając parametry wejściowe do projektowania budynków oraz systemów grzewczych, chłodniczych, wentylacji i oświetlenia.
- konieczność uwzględnienia takich parametrów jak: przeciąg, pionową różnicę temperatur, temperatury podłogi oraz asymetrii temperatury promieniowania, przy czym temperatura operatywna powinna uwzględniać temperaturę powietrza oraz temperatury promieniowania powierzchni wewnętrznych.

Norma PN-EN 15251:2007 określa parametry użytkowe, na podstawie z której wyznacza się energochłonności budynków.



## Budynki mieszkalne jednorodzinne i wielorodzinne.

Zakres działań		$EP_{WT2013}$ [kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)]	$EP_{\text{variantu}}$ [kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)]	Dodatkowe koszty [zł/m <sup>2</sup> p.u.]
<b>W0</b>	<b>WT 2013 wymagania szczegółowe</b>	105	137,99	0
<b>W1</b>	<b>Poprawa wszystkich parametrów + wentylacja z nawiewnikami ciśnieniowymi</b>	105	104,1	147,23
<b>W2</b>	<b>Wentylacja mechaniczna z rekuperacją + W0</b>	105	101,56	179,28
<b>W3</b>	<b>Kolektory słoneczne + lepszy styropian na ściany</b>	105	101,81	180,4
<b>W4</b>	<b>Węzeł cieplny + W0</b>	105	93,74	0
<b>W5</b>	<b>Pompa ciepła + W0</b>	105	100,46	231,51
<b>W6</b>	<b>Kotłownia na biomasę + W0</b>	105	34,33	155,37

TABELA 3. Analizy możliwości spełnienia wymagań przy zachowaniu wymagań higienicznych i projektowanym zużyciu ciepłej wody na osobę



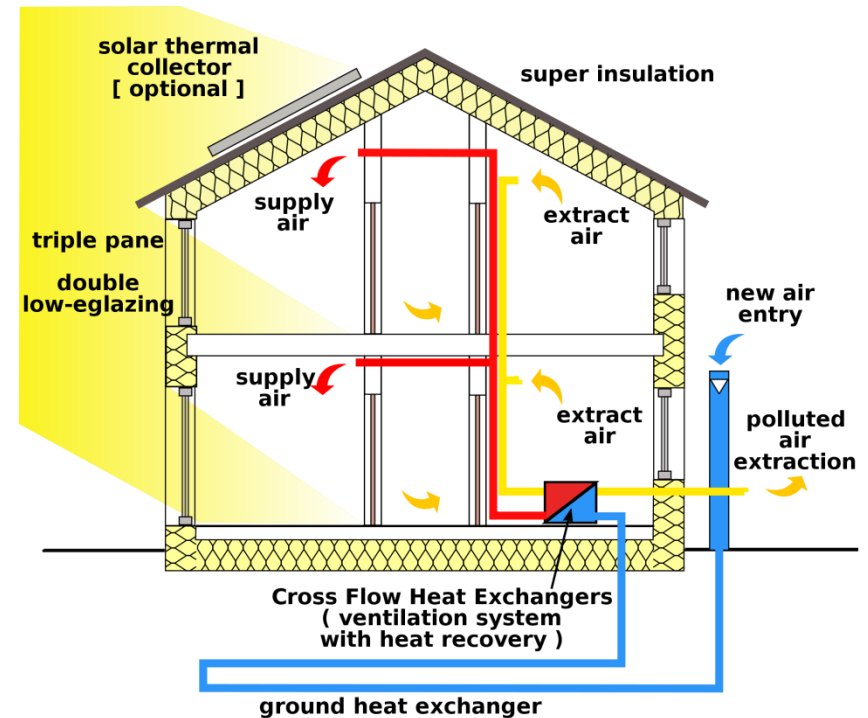


# **BUDYNKI EFEKTYWNE ENERGETYCZNE I PASYWNE**



# O budynkach pasywnych...

1. Jeszcze raz o pasive hause
2. Wszyscy wszystko wiedzą
3. Główny cel
4. Komfort użytkowy
5. Wymaganie energetyczne.
6. Wymagania szczegółowe
7. Zyski ciepła
8. Wentylacja
9. Pojemność cieplna.
10. Energia pomocnicza
11. Serwis i koszty eksploatacyjne
12. Zarządzanie energią i sterowanie
13. Wysoki standard ale za jaką cenę?



## Wymaganie energetyczne

- zapotrzebowanie na energię użytkową na ogrzewanie i wentylację  $EU_H \leq 15 \text{ kWh/m}^2\text{K}$
- całkowite zużycie energii nieodnawialnej pierwotnej  $EP \leq 120 \text{ kWh/m}^2\text{rok}$ .

Wymagania te dotyczą budynków mieszkalnych i są często przenoszone automatycznie dla innych grup budynków np. użyteczności publicznej, co mojej opinii jest to błąd.

- Dla budynków niemieszkalnych w standardzie pasywnym energia użytkowa na ogrzewanie oraz na chłodzenie  $EU$  musi być mniejsza od  $15 \text{ kWh/m}^2\text{rok}$ .

Jeżeli wymagania te można uznać za nadrzędne to wymagania szczegółowe w zakresie współczynników przenikania ciepła przegród nie powinny być tak rygorystycznie przestrzegane, gdyż rodzi to różne nieprzewidywane problemy.





## **Energia pomocnicza.**

Modelowanie pracy budynku oraz szacowanie zużycia energii pomocniczej wymaga również wykorzystania bardziej zaawansowanych modeli obliczeniowych, zwłaszcza że budynki pasywne są wyposażone stosunkowo dużą ilość urządzeń pomocniczych zużywających energię elektryczną.

Dla przykładu projektowane zużycie energii użytkowej i nieodnawialnej pierwotnej w budynkach niskoenergetycznych i pasywnych zamieszczono w tabeli poniżej.

**Obliczeniowe zużycie energii pomocniczej EP wynoszącej odpowiednio**

**35,7 kWh/m<sup>2</sup>rok i 41,65 kWh/m<sup>2</sup>rok**

**jest około dwóch razy większe niż obliczeniowe zużycie energii EP na c.o. i wentylacja.**

W omawianych przypadkach całkowite zmniejszenie zużycia nieodnawialnej energii pierwotnej EP nie jest aż tak duże jak się wstępnie mogło wydawać. Zamierzaliśmy zapotrzebowania na energię użytkową EU na c.o. i wentylację, ale uległo zwiększenie zużycia energii pomocniczej.





Energia:		Przeznaczenie budynku:	Szkoła pasywna	Hala sportowa z zapleczem
EU c.o. i wentylacja	[kWh/m2rok]		11,46	14,96
EU c.w.u.			8,41	3,82
EU chłodzenie			14,97	
Razem energia użytkowa EU			34,84	18,78
EP c.o. i wentylacja	[kWh/m2rok]		12,23	21,1
EP c.w.u.			14,44	4,76
EP chłodzenie			10,65	
EP energia pomocnicza			34,48	41,65
EP oświetlenie		35,7	108,42	
Σ EP – dla ocenianego budynku		107,51	175,93	
EP wg WT 2014	[kWh/m2rok]		139,83	165
EP wg WT 2017			134,63	160
EP wg WT 2021			94,83	95





# PRZYKŁADY





## Szkoła w Oławie





## Analiza kosztów w budynkach spełniających aktualne wymagania prawne

Rodzaj budynku	Całkowita powierzchnia budynku	Jednostkowy koszt budowy wg WT2014	Koszt budowy budynku wg wymagań WT2014	EK standard WT2014	Roczne koszty eksploatacji wg WT2014
	m <sup>2</sup>	zł/m <sup>2</sup>	zł	kWh/m <sup>2</sup> K	zł
Mała szkoła	800	3500	2 800 000	90,0	26640
Duża szkoła	4800	3500	16 800 000	82,0	153504

## Analiza kosztów w budynkach spełniających wymagania budownictwa pasywnego.

Rodzaj budynku	Całkowita powierzchnia budowy	Jednostkowy koszt budowy wg WT2014	Jednostkowy koszt budowy standard pasywny	Koszt budowy budynku standard pasywny	EK standard pasywny	Roczne koszty eksploatacji standard pasywny
	m <sup>2</sup>	zł/m <sup>2</sup>	zł/m <sup>2</sup>	zł	kWh/m <sup>2</sup> K	zł
Mała szkoła	800	3500	4000	3 200 000	35,8	12 029
Duża szkoła	4800	3500	4050	19 440 000	30,0	60 480





## Analiza opłacalności budowy budynku pasywnego w stosunku do budynku spełniającego minimalne wymagania prawne

Rodzaj budynku	Całkowita powierzchnia budowy	Roczne koszty eksploatacji wg WT2014	Roczne koszty eksploatacji standard pasywny	Roczne oszczędności kosztów eksploatacyjnych	Wzrost kosztów budowy	Czas zwrotu - SPBT
	m <sup>2</sup>	zł	zł	zł/rok	zł	lata
<b>Mała szkoła</b>	800	26640	12028,8	14611,2	400 000	27,4
<b>Duża szkoła</b>	4800	153504	60480	93024,0	2 640 000	28,4





# **SALA GIMNASTYCZNA O PASYWNEJ CHARAKTERYSTYCE ENERGETYCZNEJ**

Sala sportowa w Piławie Górnej powiat Dzierżoniowski



## 9. Podział zapotrzebowania na energię

### 9.1. Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową

	Ogrzewanie i wentylacja	Chłodzenie	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze	Oświetlenie wbudowane	Suma
Wartość [kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	14,74	-	20,04	-	-	34,77
Udział [%]	42,37	-	57,63	-	-	100,00

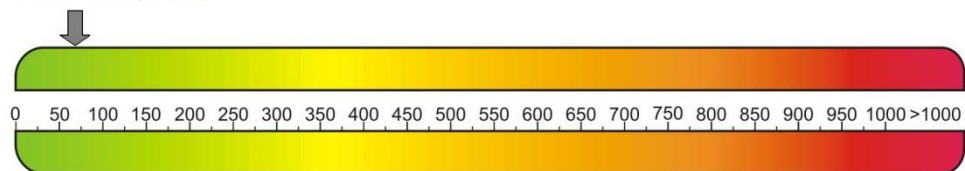
### 9.2. Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową

	Ogrzewanie i wentylacja	Chłodzenie	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze	Oświetlenie wbudowane	Suma
Wartość [kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	4,29	-	7,83	2,33	12,52	26,99
Udział [%]	15,91	-	29,02	8,65	46,41	100,00

### 9.3. Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną

	Ogrzewanie i wentylacja	Chłodzenie	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze	Oświetlenie wbudowane	Suma
Wartość [kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	12,88	-	8,62	7,00	37,58	66,08
Udział [%]	19,50	-	13,04	10,60	56,87	100,00

EP - budynek oceniany  
66,08 kWh/(m<sup>2</sup>rok)



↑  
Wg wymagań WT2008<sup>2</sup>  
budynek nowy  
216,45 kWh/(m<sup>2</sup>rok)

↑  
Wg wymagań WT2008<sup>2</sup>  
budynek przebudowywany  
248,92 kWh/(m<sup>2</sup>rok)





## Efekt poprawy efektywności energetycznej sali gimnastycznej

Koszty obliczeniowe skorygowane do rzeczywistych		Stan przed	Stan po
Koszty c.o. i wentylacji	zł/rok	33708,3	1311,95
Koszty c.w.u,	zł/rok	2603,6	1703,72
Koszty oświetlenia	zł/rok	3801,3	2645,08
Razem koszty roczne eksploatacji	zł/rok	40113,2	5660,75
Roczne oszczędności kosztów	zł/rok		34452,5

<b>Koszt całkowity <math>K_{cał.}</math></b>	<b>785 368</b>	<b>zł</b>
<b>SPBT</b>	<b>22,80</b>	<b>lata</b>
<b>Wskaźnik kosztów</b>	<b>2055,9</b>	<b>zł/m<sup>2</sup></b>





# Podsumowanie

## 1. Edukacja.

Aktualnie nie jesteśmy przygotowani pod każdym względem do budowy budynków niskoenergetycznych a tym bardziej do budowy budynków pasywnych.

Zmniejszamy na uczelniach ilość godzin dydaktycznych w zakresie fizyki budowli i energooszczędności świadczy o innych priorytetach.

Przy wznoszeniu budynków energooszczędnych wymagana jest znacznie większa wiedza oraz świadomość skomplikowania zagadnienia . Gdzie ją można zdobyć? Częściowo na organizowanych kursach. Jednak poziom kursów jest niewystarczający.

## 2. Narzędzia symulacyjne

Do projektowania niezbędne są zaawansowane narzędzia symulacyjne, które pozwolą dokładniej modelować charakterystykę energetyczną budynku

## 3. Ekonomia.

Czy nas na takie budownictwo stać?

Wymagani, które będą obowiązywać w 2019 r. spowodują znaczący wzrost kosztów inwestycji. Dla dużej grupy inwestorów dostępność wymarzonego domu czy mieszkania będzie bardzo mała.

Wprawdzie środka na wsparcie efektywności energetycznej na najbliższe lata są ogromne, ale bazować tylko na dotacjach to jakby przygotowywać zapas w gospodarce, kiedy się skończą, a na pewno się już niedługo skończą.





# **GŁĘBOKA TERMOMODERNIZACJA I BUDYNKI NIEMAL ZEROENERGETYCZNE**

Przykłady:

1. Ekocentrum we Wrocławiu
2. „Technikum budowlane” w Bielawie
3. Rewitalizacja osiedla z wielkiej płyty





# **PRZYKŁADY GŁĘBOKIEJ TERMOMODERNIZACJI**

Z wykorzystaniem analiz ekonomiczno-technicznych AUDYT ENERGETYCZNY





# **BUDYNEK DOLNOŚLĄSKICH ORGANIZACJI EKOLOGICZNYCH EKOCENTRUM WE WROCŁAWIU**

**UWAGA:**

Obiekt w strefie konserwatorskiej.

Jedne z budynków pod nadzorem konserwatorskim





## Parametry techniczne budynku Ekocentrum przez termomodernizacyjną

Rodzaj	Parametr	jednostka	Stan początkowy Ekocentrum
Ściana	U	W/m <sup>2</sup> K	1,167
Dach	U	W/m <sup>2</sup> K	0,845
Podłoga na gruncie	U	W/m <sup>2</sup> K	0,867
Okna	U	W/m <sup>2</sup> K	3
	g		0,75
Drzwi	U	W/m <sup>2</sup> K	3,6
Wentylacja	h		naturalna
Kotłownia	h		kotł. węglowa h=60%
Sterowanie			ręczne
ciepła woda			podgrzewacze ele.

## Jakość energetyczna budynku Ekocentrum przed termomodernizacją

Wskaźnik zapotrzebowania na energię	jednostka	Stan początkowy
EP na ogrzewanie i wentylację	kWh/m <sup>2</sup> rok	586,3
EP na ciepłą wodę użytkową	kWh/m <sup>2</sup> rok	11,9
EP na oświetlenie	kWh/m <sup>2</sup> rok	114,75
EP	kWh/m <sup>2</sup> rok	712,95

## Stan przed



elevacja wschodnia



zielony plac od południa



**EkoCentrum  
Wrocław**

### EkoCentrum Wrocław

Koncepcja remontu i przebudowy budynku przy ul. Wincentego 25 a i c

Inwestor:	 Fundacja EkoRozwoju ul. Białokörnica 26, 50-134 Wrocław	data:
Projektant:	Agnieszka Cena-Soroko	02.2010
Wykonanie:	Andrzej Soroko, Danuta Stryszewska	
 Dolnośląska Agencja Energii i Środowiska	ul. Pełczyńska 11, 51-604 Wrocław tel. 348 15 42 e-mail: <a href="mailto:cieplej@cieplej.pl">cieplej@cieplej.pl</a> <a href="http://www.cieplej.pl">www.cieplej.pl</a>	

## Stan projektowy –głęboka termomodernizacja

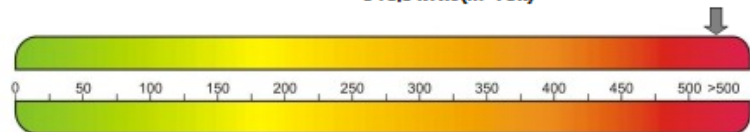
Rodzaj	Parametr	jednostka	Stan początkowy Ekocentrum	Termomodernizacja spełniająca wym. WT2013 [1]	Głęboka termomodernizacja oparta o parametry optymalne
Ściana	U	W/m <sup>2</sup> K	1,167	0,249	0,126
Dach	U	W/m <sup>2</sup> K	0,845	0,198	0,124
Podłoga na gruncie	U	W/m <sup>2</sup> K	0,867	0,296	0,254
Okna	U	W/m <sup>2</sup> K	3	1,3	1,2
	g		0,75	0,6	0,63
Drzwi	U	W/m <sup>2</sup> K	3,6	1,5	1,4
Wentylacja	h		naturalna	rekuperator 50%	rekuperator 85%
Kotłownia	h		kotł. węglowa h=60%	pompa ciepła COP=3,5	pompa ciepła COP=4,0
Sterowanie			ręczne	automatyczne	automatyczne
ciepła woda			podgrzewacze ele.	pompa ciepła	pompa ciepła

# Jakość energetyczna budynku Ekocentrum przed termomodernizacją i po optymalizacji

Wskaźnik zapotrzebowania na energię EP	jednostka	Stan początkowy	Termomodernizacja spełniająca wym. WT2013 [1]	Głęboka termomodernizacja oparta o parametry optymalne
EP na ogrzewanie i wentylację	kWh/m2rok	586,3	71,2	44,2
EP na ciepłą wodę użytkową	kWh/m2rok	11,9	7,3	7,3
EP na oświetlenie	kWh/m2rok	114,75	76,5	61,2
Razem EP	kWh/m2rok	712,95	155	118,3
EP wg WT2013	kWh/m2rok	178,5		

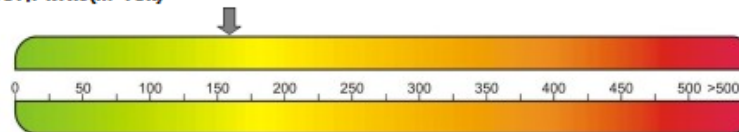


EP - TWÓJ BUDYNEK - STAN AKTUALNY  
640,9 kWh/(m<sup>2</sup>·rok)



WG WYMAGAŃ WT2014  
165,0 kWh/(m<sup>2</sup>·rok)

EP - TWÓJ BUDYNEK - PO OPTYZMALIZACJI  
157,7 kWh/(m<sup>2</sup>·rok)



WG WYMAGAŃ WT2014  
165,0 kWh/(m<sup>2</sup>·rok)

PRZED OPTYZMALIZACJĄ 
  PO OPTYZMALIZACJI 
  OSZCZĘDNOŚCI 
  OSZCZĘDNOŚCI PROCENTOWE

	ENERGIA				MOC	KOSZTY	
	użytkowa	końcowa	pierwotna	EPref		zł/rok	zł/(m <sup>2</sup> ·mc)
Ogrzewanie i wentylacja:	26,5	16,6	49,8	65,0	12,2	2419,09	0,72
Ciepła woda użytkowa:	2,9	2,6	7,9		2,6	381,22	0,11
Chłodzenie:	0,0	0,0	0,0	0,0		0,00	0,00
Oświetlenie:	33,3	33,3	100,0	100,0	5,6	5226,67	1,56
ZAPOTRZEBOWANIE ŁĄCZNE:	62,7	52,6	157,7	165,0		8026,97	2,39
Kogeneracja (CHP):		0,0			0,0	0,00	
Fotowoltaika (PV):		33,4			10,6	5442,40	
PRODUKCJA ŁĄCZNA:		33,4				5442,40	
BILANS CAŁKOWITY:		19,2				2584,57	

**Z kolektorów PV zaplanowano uzyskanie 33,4 kWh/m<sup>2</sup>rok Af**  
**Bilans energii końcowej z uwzględnieniem PV – EK=19,2 kWh/m<sup>2</sup>rok**





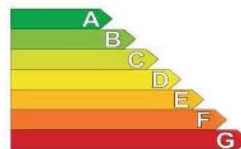
# EFEKT KOŃCOWY PO WYKONANIU







# Technikum budowlane niemal zero-energetyczne w Bielawie



**SPOSOBY POSZANOWANIA ENERGII  
INNOWACJE ENERGETYCZNE W BUDOWNICTWIE**



## Stan początkowy



Stan budynku		Stan aktualny	
Powierzchnia użytkowa ogrzewana	m <sup>2</sup>	688,9	
Kubatura	m <sup>3</sup>	3220	





## 9.1. Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową

	Ogrzewanie i wentylacja	Chłodzenie	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze	Oświetlenie wbudowane	Suma
Wartość [kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	208,06	-	1,83	-	-	209,89
Udział [%]	99,13	-	0,87	-	-	100,00

## 9.2. Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową

	Ogrzewanie i wentylacja	Chłodzenie	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze	Oświetlenie wbudowane	Suma
Wartość [kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	343,54	-	2,32	6,74	30,00	382,60
Udział [%]	89,79	-	0,61	1,76	7,84	100,00

## 9.3. Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną

	Ogrzewanie i wentylacja	Chłodzenie	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze	Oświetlenie wbudowane	Suma
Wartość [kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	68,71	-	6,95	20,22	90,00	185,87
Udział [%]	36,96	-	3,74	10,88	48,42	100,00

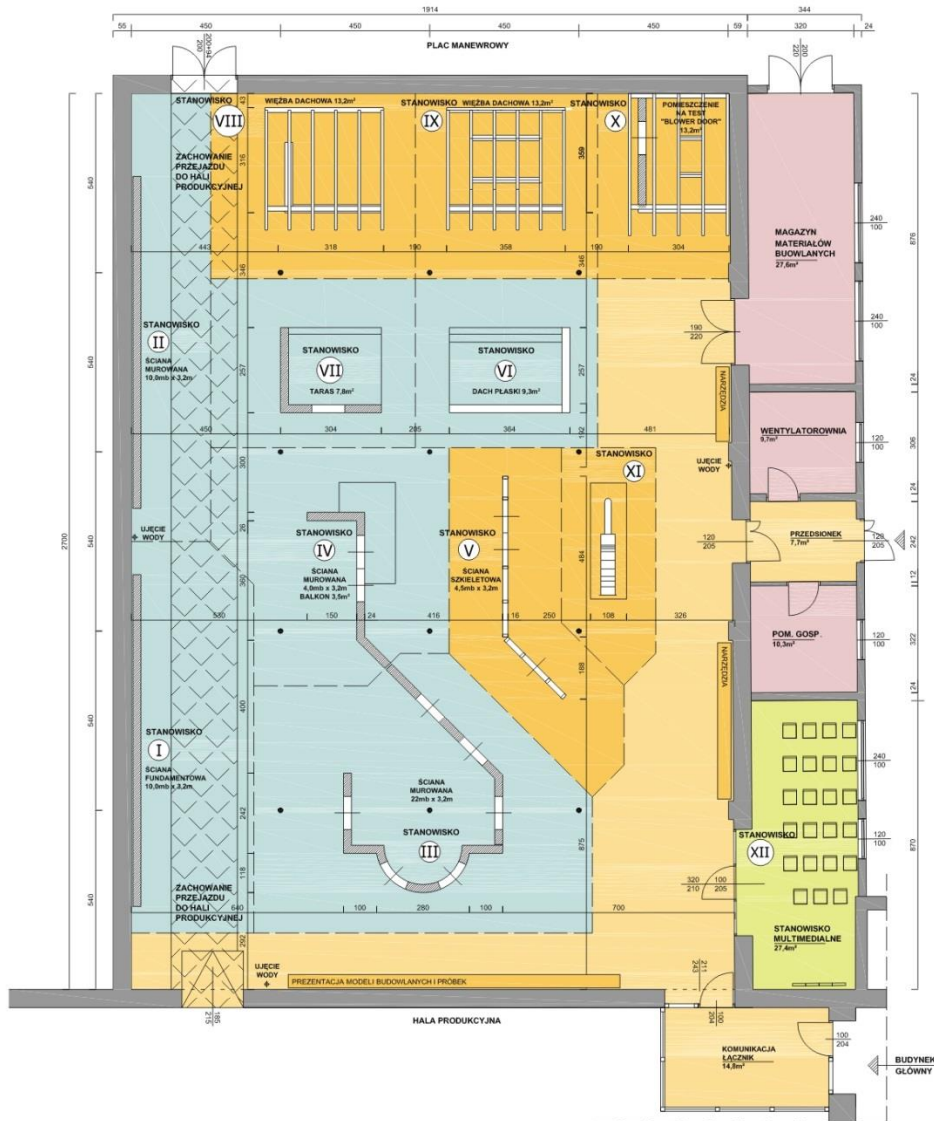




## Podstawowe założenia dla obiektu

- Budynek o funkcji edukacyjnej, mający kształcić w zawodach odpowiedzialnych za efektywność energetyczną w budownictwie.
- Budynek powinien spełniać wymagania stawiane budynkom pasywnym lub spełniać ideę budynków niemal zeroenergetycznych
- W budowie powinny być zastosowane najnowsze technologie i rozwiązania techniczne, materiały tak aby sam mógł być obiektem edukacyjnym
- Powinno być zaprojektowane monitorowanie zużycia energii do celów edukacyjnych.





STANOWISKA MOKRE	I	SCIANA FUNDAMENTOWA, SCIANA COKIÓŁWA	42,7m <sup>2</sup>
	II	SCIANA MUROWANA	32,3m <sup>2</sup>
	III	OKNA I DRZWI W ŚCIANIE ŻELBETOWEJ DYLATACJA	72,8m <sup>2</sup>
	IV	OKNA I DRZWI BALKONOWE, PŁYTA BALKONOWA W ŚCIANIE ŻELBETOWEJ DYLATACJA	44,9m <sup>2</sup>
	VI	DACH PŁASKI, STROPODACH WENTYLACYJNY	27,6m <sup>2</sup>
	VII	TARAS	31,2m <sup>2</sup>
	VIII	WIEŻBA DACHOWA ZE SCIANĄ SZKIELETOWĄ I KOLANKOWA	34,6m <sup>2</sup>
	IX	WIEŻBA DACHOWA Z LUKARNĄ	30,7m <sup>2</sup>
	X	POMIESZCZENIE O KONSTRUKCJI SZKIELETOWEJ DREWNIANEJ DO TESTÓW "BLOWER DOOR"	22,2m <sup>2</sup>
	XI	PRZELACZCE WENTYLACJA	18,1m <sup>2</sup>
	XII	SALA MULTIMEDIALNA	27,6m <sup>2</sup>
	STANOWISKA SUCHE	V	OKNA I DRZWI BALKONOWE W ŚCIANIE SZKIELETOWEJ TARAS DREWNIANY, DYLATACJA
STANOWISKO MULTIMED	XII	SALA MULTIMEDIALNA	27,6m <sup>2</sup>
		MAGAZYN MATERIAŁÓW BUDOWLANYCH	27,6m <sup>2</sup>
POMIESZCZENIA TECHNICZNE		WENTYLATOROWNIA	9,7m <sup>2</sup>
		POMIESZCZENIE GOSPODARCZE	10,3m <sup>2</sup>
KOMUNIKACJA		SALA DYDAKTYCZNA	97,4m <sup>2</sup>
		ŁĄCZNIK	14,8m <sup>2</sup>
		PRZEDSIÖNIEK	7,7m <sup>2</sup>
		<b>RAZEM</b>	<b>586,1m<sup>2</sup></b>



# Energia końcowa i nieodnawialna pierwotna

<b>Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową EK [kWh/(m<sup>2</sup>·rok)] 14)</b>					
Rodzaj nośnika energii lub energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda użytkowa	Chłodzenie	Oświetlenie wbudowane 9)	Suma
biomasa (w=0,20)	0,00	15,58	0,00	0,00	15,58
energia elektryczna (w=3,00)	13,94	0,35	0,00	14,24	28,54
Suma [kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)]	13,94	15,94	0,00	14,24	44,12
Udział [%]	31,60	36,13	0,00	32,28	100,00
<b>Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową EK: 44,12 kWh/(m<sup>2</sup>·rok)</b>					

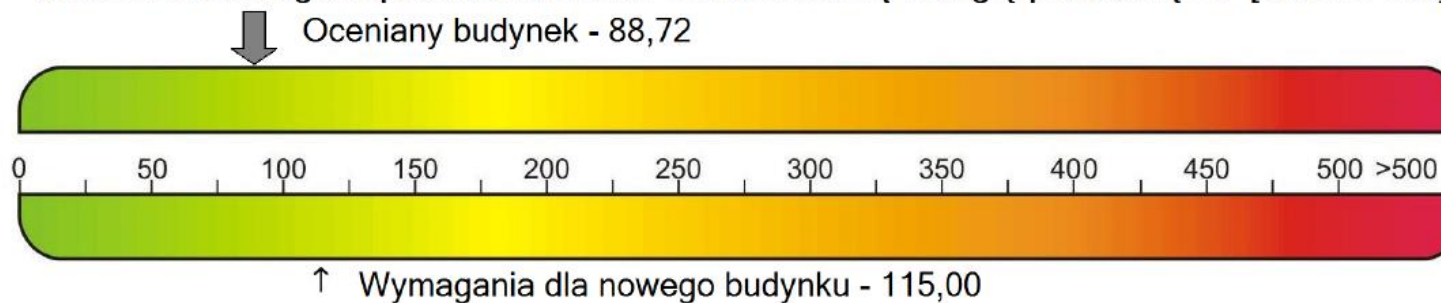
<b>Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną EP [kWh/(m<sup>2</sup>·rok)] 14)</b>					
Rodzaj nośnika energii lub energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda użytkowa	Chłodzenie	Oświetlenie wbudowane 9)	Suma
biomasa (w=0,20)	0,00	3,12	0,00	0,00	3,12
energia elektryczna (w=3,00)	41,82	1,06	0,00	42,72	85,61
Suma [kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)]	41,82	4,18	0,00	42,72	88,72
Udział [%]	47,14	4,71	0,00	48,15	100,00
<b>Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną EP: 88,72 kWh/(m<sup>2</sup>·rok)</b>					



## Ocena charakterystyki energetycznej budynku 8)

Wskaźniki charakterystyki energetycznej	Oceniany budynek	Wymagania dla nowego budynku według przepisów techniczno-budowlanych
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię użytkową	EU = 20,05 kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)	EP = 115,00 kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową <sup>9)</sup>	EK = 44,12 kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)	
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną <sup>9)</sup>	EP = 88,72 kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)	
Jednostkowa wielkość emisji CO <sub>2</sub>	ECO <sub>2</sub> = 0,023 t CO <sub>2</sub> /(m <sup>2</sup> ·rok)	
Udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową	Uo <sub>ze</sub> = 55,10 %	

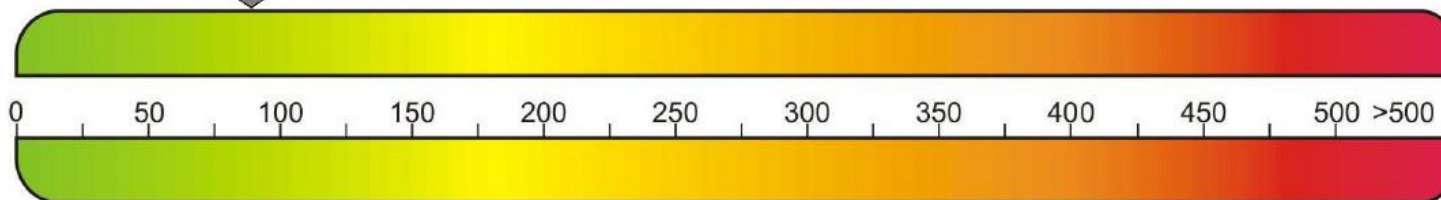
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP [kWh/m<sup>2</sup>·rok]



# Zużycie oraz produkcja energii z OZE

Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP [kWh/m<sup>2</sup>·rok]

↓ Oceniany budynek - 88,72



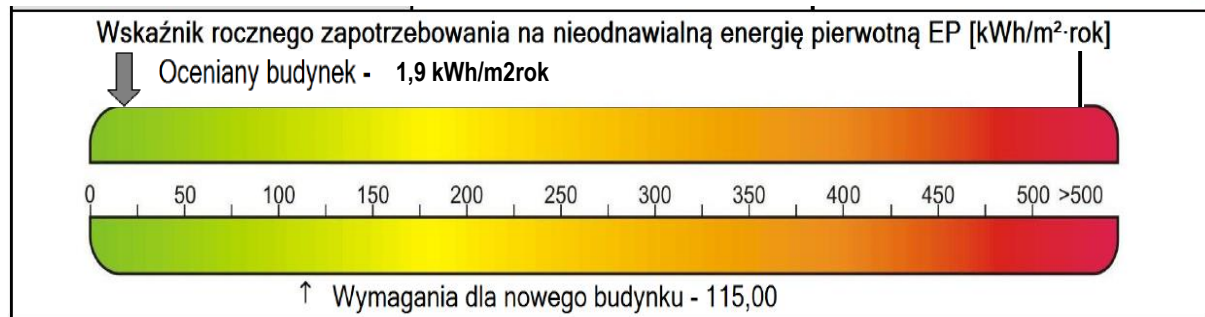
↑ Wymagania dla nowego budynku - 115,00

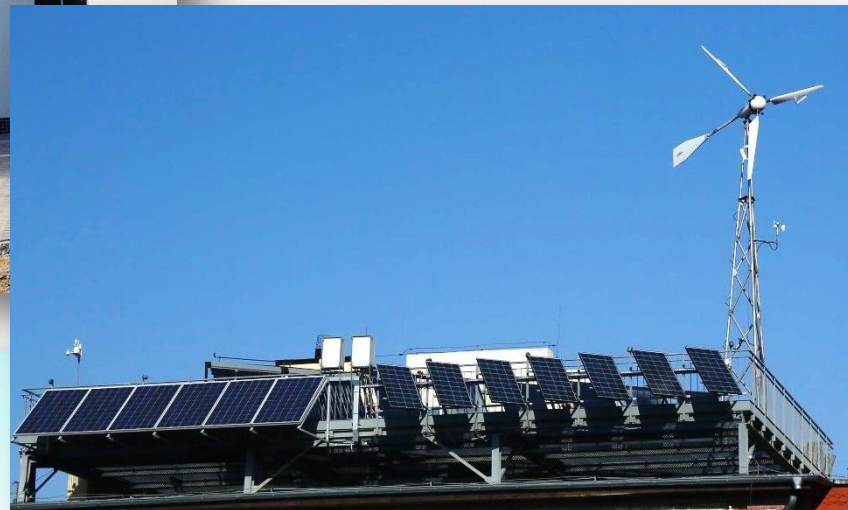
	ENERGIA				MOC	KOSZTY	
	użytkowa	końcowa	• kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)	• kWh/rok		zł/rok	zł/(m <sup>2</sup> ·mc)
Ogrzewanie i wentylacja:	11,2	13,4	<b>40,1</b>	65,0	19,4	6997,86	0,58
Ciepła woda użytkowa:	4,7	3,3	<b>10,0</b>		17,9	1726,63	0,14
Chłodzenie:	0,0	0,0	0,0	0,0		0,00	0,00
Oświetlenie:	16,7	16,7	<b>50,0</b>	50,0	20,1	9390,98	0,78
<b>ZAPOTRZEBOWANIE ŁĄCZNE:</b>	<b>32,6</b>	<b>33,4</b>	<b>100,1</b>	<b>115,0</b>		<b>18115,46</b>	<b>1,50</b>
Kogeneracja (CHP):		0,0			0,0	0,00	
Fotowoltaika (PV):		31,5			35,7	12472,72	
<b>PRODUKCJA ŁĄCZNA:</b>		31,5				12472,72	
<b>BILANS CAŁKOWITY:</b>		1,9				5642,75	





# Dolnośląska Agencja Energii i Środowiska







# **OPTYMALIZACJA IZOLACJI TERMICZNEJ PRZEGRÓD BUDOWLANYCH**



prosty i intuicyjny program do projektowania energooszczędnego



## Modelowanie Energetyczne Budynków

- **Ocena**  
rozwiązań projektowych  
przegrody / źródła ciepła / wentylacja / stolarka
- **Optymalizacja**  
rozwiązań technologii energooszczędnych  
na etapie koncepcji
- **Projektowanie**  
budynków zrównoważonych energetycznie,  
spełniających wymagania prawne w zakresie  
charakterystyki energetycznej

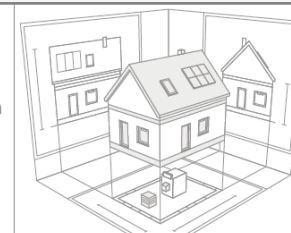


## Wycena inwestycji i opłacalność

- analiza opłacalności racjonalnych rozwiązań zrównoważonych energetycznie
- szacunkowa wycena inwestycji
- wskaźniki ekonomiczne planowanych przedsięwzięć  
SPBT / NPV / DPBT

### MOŻLIWOŚCI PROGRAMU

**OPTIMA** służy do wykonania koncepcyjnych pracach projektowych pozwalając wyznaczyć opłacalną i ekonomicznie uzasadnioną charakterystykę energetyczną, dobrać źródła ciepła z wykorzystaniem tradycyjnych, odnawialnych źródeł energii również w produkcji skojarzonej; oraz określić optymalne koszty ogrzewania w budynkach mieszkaniowych, użyteczności publicznej, produkcyjnych



#### Program umożliwiający wykonanie :

audytu energetycznego budynku : mieszkalnego / usługowego / przemysłowego

oceny energetycznej budynku

optymalizacji energetycznej : przegród / wentylacji / stolarki / źródeł ciepła z wykorzystaniem tradycyjnych i odnawialnych źródeł energii

#### Program umożliwiający określenie :

kosztów eksploatacyjnych budynku w czasie

rozwiązań technologicznych uzasadnionych ekonomicznie

efektywności energetycznej i ekonomicznej poszczególnych elementów budynku mających wpływ na jakość energetyczną

wycen elementów budynku mających wpływ na jakość energetyczną

#### Program oblicza :

SPBT - prosty czas zwrotu poniesionych nakładów na inwestycję

DPBT - dynamiczny czas zwrotu poniesionych nakładów na inwestycję uwzględniający utratę wartości pieniądza oraz wzrost cen nośników energii

oNPV Wartość bieżąca netto zdyskontowana o utratę wartości pieniądza oraz wzrost cen nośników energii wartość



d [cm]	U [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	ΔU [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	Nu [zł/m <sup>2</sup> ]	NPV [zł/m <sup>2</sup> ]
15	0,177	1,041	242,75	267,43
16	0,167	1,050	245,60	269,25
17	0,159	1,059	248,45	270,59
18	0,151	1,066	251,30	271,52
19	0,144	1,073	254,15	272,11
20	0,137	1,080	257,00	272,39
<b>21</b>	<b>0,132</b>	<b>1,086</b>	<b>259,85</b>	<b>272,40</b>
22	0,126	1,091	262,70	272,18
23	0,121	1,096	265,55	271,75
24	0,117	1,100	268,40	271,14
25	0,113	1,105	271,25	270,37
26	0,109	1,109	274,10	269,45

## Materiał izolacyjny

### styropian 031

Współczynnik λ: **0,031** W/(m·K)



STYROPIAN

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

Przegroda - bez optymalnego docieplenia: **1,217**

Maksymalny wg WT2008: **0,300**

Przegroda - z optymalnym dociepleniem: **0,132**



## Straty przed

**16072** kWh/rok

**34722** zł/rok

## Straty po

**17384** kWh/rok

**3755** zł/rok

## Oszczędności

**14334** kWh/rok

**30966** zł/rok

**89** %

## Legenda

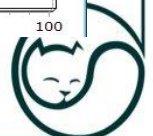
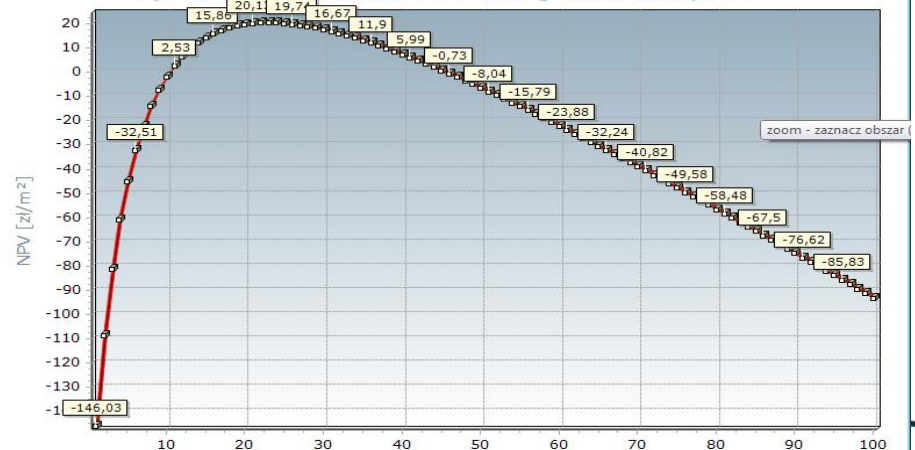
$$NPV = -I_0 + \sum_{i=1}^n \Delta E_0 \frac{(1+s)^i}{(1+r)^i}$$

d [cm]	U [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	ΔU [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	Nu [zł/m <sup>2</sup> ]	NPV [zł/m <sup>2</sup> ]
15	0,177	1,041	242,75	267,43
16	0,167	1,050	245,60	269,25
17	0,159	1,059	248,45	270,59
18	0,151	1,066	251,30	271,52
19	0,144	1,073	254,15	272,11
20	0,137	1,080	257,00	272,39
<b>21</b>	<b>0,132</b>	<b>1,086</b>	<b>259,85</b>	<b>272,40</b>
22	0,126	1,091	262,70	272,18
23	0,121	1,096	265,55	271,75
24	0,117	1,100	268,40	271,14
25	0,113	1,105	271,25	270,37
26	0,109	1,109	274,10	269,45

## Legenda

d - grubość dodatkowej termoizolacji  
 U - współczynnik przenikania ciepła przegrody po dociepleniu  
 ΔU - zmniejszenie współczynnika przenikania ciepła przegrody przez docieplenie  
 Nu - całkowity koszt docieplenia jednego metra kwadratowego przegrody  
 NPV - bieżąca wartość netto (ang. „Net Present Value”)

Wykres zależności wskaźnika NPV od grubości docieplenia





# PRZYKŁADY OPTYMALIZACJI



# Założenia głębokiej termomodernizacji

- Proponowana termomodernizacja wraz z rewitalizacją budynku, wpłynie bardzo korzystnie na poprawę charakterystyki energetycznej budynku, na zmianę wartości rynkowej nieruchomości oraz poszczególnych lokali.
- Dla optymalnych parametrów izolacyjnych ścian podłużnych oraz szczytowych zaprojektowano rozwiązania minimalizujące wpływ mostków cieplnych. Przyjęto następujące założenia:
  - Minimalizacja wpływu mostków cieplnych
  - Przyjęcie izolacji optymalnej dla ściany szczytowej tak aby wsp. przenikania ciepłą wynosiło ok.  $U=0,112 \text{ W/m}^2\text{K}$
  - dla ściany podłużnej  $U=0,134 \text{ W/m}^2\text{K}$ .
  - okna  $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$





## Poprawa izolacji w miejscach mostków cieplnych

Rodzaj przegrody	U [W/m <sup>2</sup> K]	A [m <sup>2</sup> ]	$\Delta U$ [W/m <sup>2</sup> K]	U [W/m <sup>2</sup> K] skorygowane o mostki
stropodach	0,303	858	0	0,303
ściana podłużna	0,134	1099,25	0,19	0,324
ściana podłużna E	0,138	87	0,00	0,138
ściana szczytowa	0,115	308	0,01	0,122
ściana podłużna	0,171	216	0,11	0,276
Strop nad piwnicą	0,62	858	0	0,62
Razem wartości średnie		3426,25	0,068	0,37





## **Dodatkowe ocieplenie ścian oraz minimalizacja mostków cieplnych**

<b>Rodzaj przegrody</b>	<b>U [W/m<sup>2</sup>K]</b>	<b>A [m<sup>2</sup>]</b>	<b>ΔU</b>	<b>U skorygowane o mostki</b>
ściana podłużna	0,134	1099,25	0,19	0,324
ściana podłużna	0,138	87	0,00	0,138
ściana podłużna	0,171	216	0,11	0,276
<b>Razem wartości średnie</b>		1402,3	0,165	0,31
<b>U ścian podłużnej z mostkami otworowymi [W/m<sup>2</sup>K]</b>				0,40

<b>L.p.</b>	<b>U [W/Km]</b>	<b>gc</b>	<b>A [m<sup>2</sup>]</b>	<b>ΔU [W/m<sup>2</sup>K]</b>
Okna	1,15-0,9	0,62/0,35	825	0,10
Okna	1,3	0,5	19,5	
<b>RAZEM</b>	1,0	0,6	844,5	





## Zestawienie charakterystyk energetycznych typowych mieszkań i budynków w zależności od położenia przed termomodernizacją

Typ	Lokalizacja	Powierzchnia mieszkania	Energia użytkowa EU	Energia końcowa EK	Energia EP	Koszty ogrzewania [zł/m <sup>2</sup> mc]
		energia na ogrzewanie i wentylację				
		m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup> K	kWh/m <sup>2</sup> K	kWh/m <sup>2</sup> K	
Budynek	całość Bobrza 28-44	12856,5	50,49	59,65	45,93	1,07
Budynek	całość Niedźwiedzia 52-61	3300,5	66,01	77,98	60,05	1,40

## Szacunkowe obliczeniowe koszty po termomodernizacji z uwzględnieniem wartości optymalnych U oraz minimalizacją wpływ mostków cieplnych

Typ	Lokalizacja	Powierzchnia mieszkania	Energia użytkowa EU	Energia końcowa EK	Energia EP	Koszty ogrzewania [zł/m <sup>2</sup> mc]
		energia na ogrzewanie i wentylację				
		m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup> K	kWh/m <sup>2</sup> K	kWh/m <sup>2</sup> K	
Budynek	całość Bobrza 28-44	12856,5	26,49	31,30	24,10	0,56
Budynek	całość Niedźwiedzia 52-61	3300,5	38,7	45,76	35,23	0,82



## Zmniejszenie zużycia energii w poszczególnych mieszkaniach w zależności od położenia

Typ	Lokalizacja	Energia końcowa EK <sub>0</sub>	Energia końcowa EK <sub>1</sub>	Zmniejszenie zużycia energii końcowej
		kWh/m <sup>2</sup> K	kWh/m <sup>2</sup> K	[%]
M1	Skrajne nad piwnicą	199,30	61,54	69%
M1	Skrajne na pośredniej kondygnacji	121,81	28,57	77%
M1	Skrajne na ostatniej kondygnacji	145,24	67,46	54%
M1	Środkowe na piwnicą	102,16	60,57	41%
M2	na parterze	117,82	45,74	61%
M3	na parterze	85,20	49,87	41%
M1	Środkowe na kondygnacji	61,74	25,83	58%
M2	Środkowe	47,33	22,65	52%
M3	Środkowe	50,58	18,60	63%
M1	Środkowe na ostatniej kondygnacji	97,86	52,87	46%
M2	ostatnia kondygnacja	84,77	46,38	45%
M3	ostatnia kondygnacja	84,62	29,36	65%



# DOLNY ŚLĄSK... NIE DO POWIEDZENIE, ...DO ZOBACZENIA,

