

# Optymalizacja rozwiązań energooszczędnych, a oszczędności eksploatacyjne

**Bartosz Przysiężny**  
Wrocław, ul. Pełczyńska 11,  
tel. 071-321-13-43, [www.cieplej.pl](http://www.cieplej.pl)



**Dolnośląska Agencja  
Energii i Środowiska**

# Plan prezentacji

1. W którą stronę idzie rynek mieszkaniowy?
2. Co to jest Energia odnawialna?
3. Podział budynków ze względu na ich energochłonność
4. Wymagania stawiane budynkom energooszczędnym i pasywnym
5. Czy opłaca się budować budynki energooszczędne czy pasywne?
6. Wskaźniki oceny: SPBT, NPV, IRR U
7. Optymalizacja rozwiązań
8. Jak zaprojektować nowoczesny budynek zgodnie z prawem Unii Europejskiej?
9. Podsumowanie

# W którą stronę idzie rynek mieszkaniowy?

1. Spadek popytu na nieruchomości
2. Wzrost podaży mieszkań na rynku pierwotnym
3. Kryzys finansowy na świecie
4. Wejście w życie certyfikatów energetycznych

# W którą stronę idzie rynek mieszkaniowy?

## 1. Spadek popytu na nieruchomości

- Wzrost cen na nieruchomości w ostatnich 2 latach
- Spadek jakości nieruchomości
- Brak rozwiązań energooszczędnych

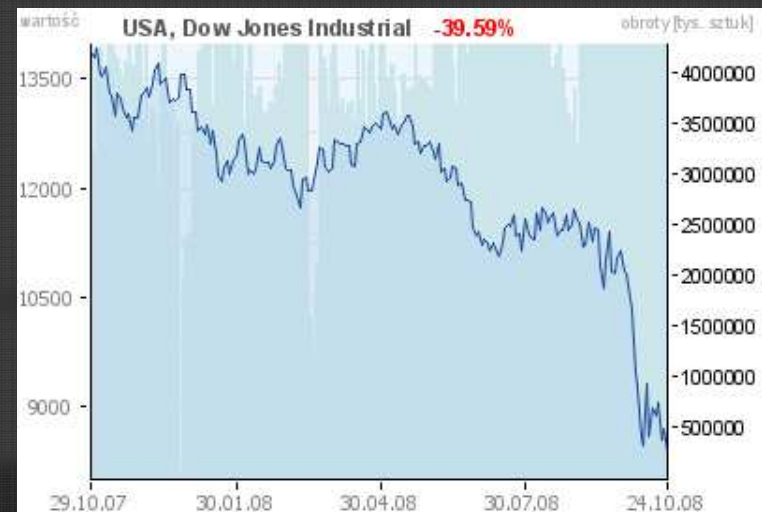
## 2. Wzrost podaży mieszkań na rynku pierwotnym

# W którą stronę idzie rynek mieszkaniowy?

## 1. Kryzys finansowy na świecie

### Sytuacja na giełdach

- Warszawa
- Nowy Jork



# W którą stronę idzie rynek mieszkaniowy?

## 1. Kryzys finansowy na świecie

Spadek zdolności kredytowej nabywców

- wzrost udziału własnego z 0% do 30%
- wahania kursów walutowych
- wzrost marży banków



# W którą stronę idzie rynek mieszkaniowy?

## 1. Kryzys finansowy na świecie

- Wahania kursów walutowych EUR



# W którą stronę idzie rynek mieszkaniowy?

## 1. Kryzys finansowy na świecie

- Wahania kursów walutowych EUR

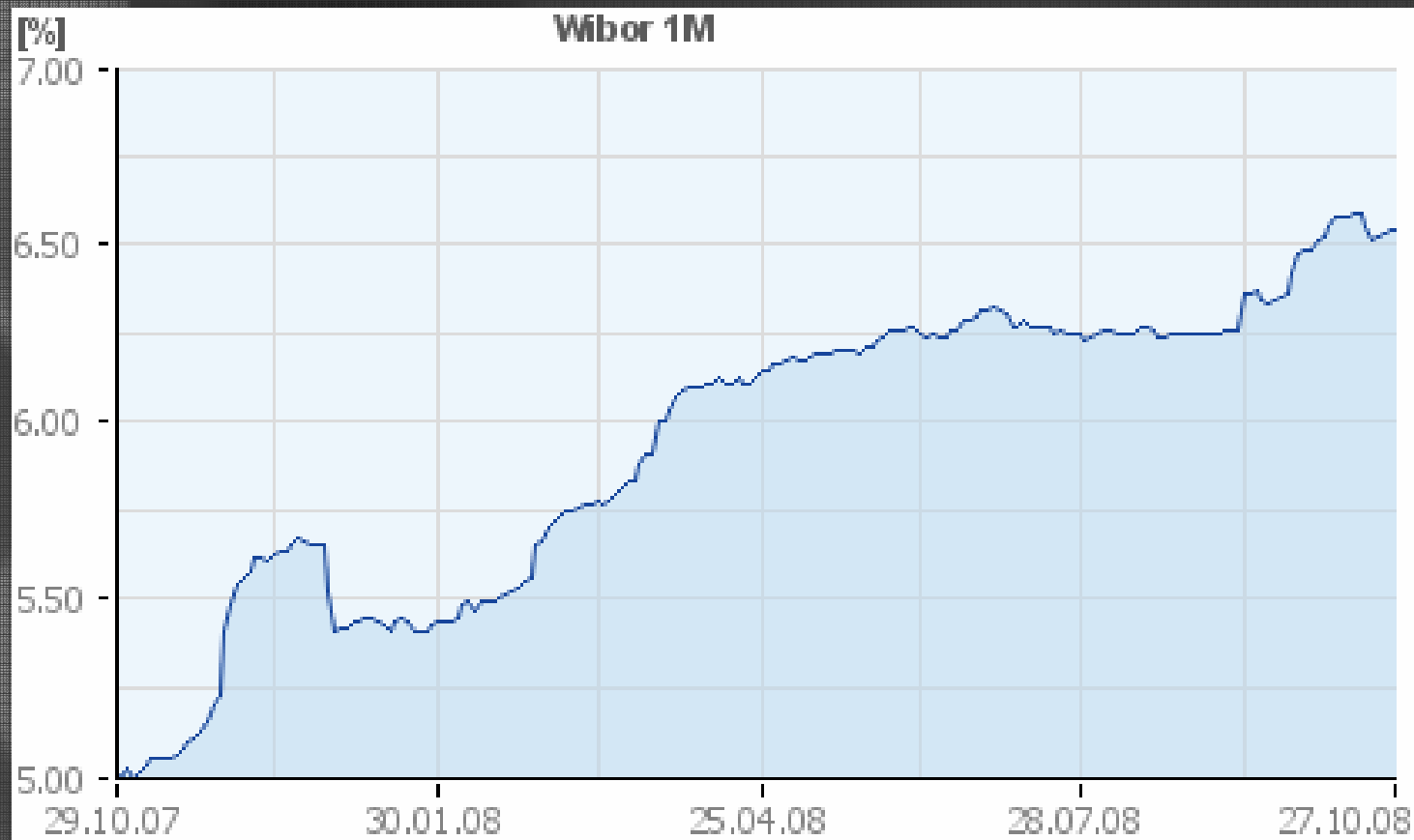




# W którą stronę idzie rynek mieszkaniowy?

## 1. Kryzys finansowy na świecie

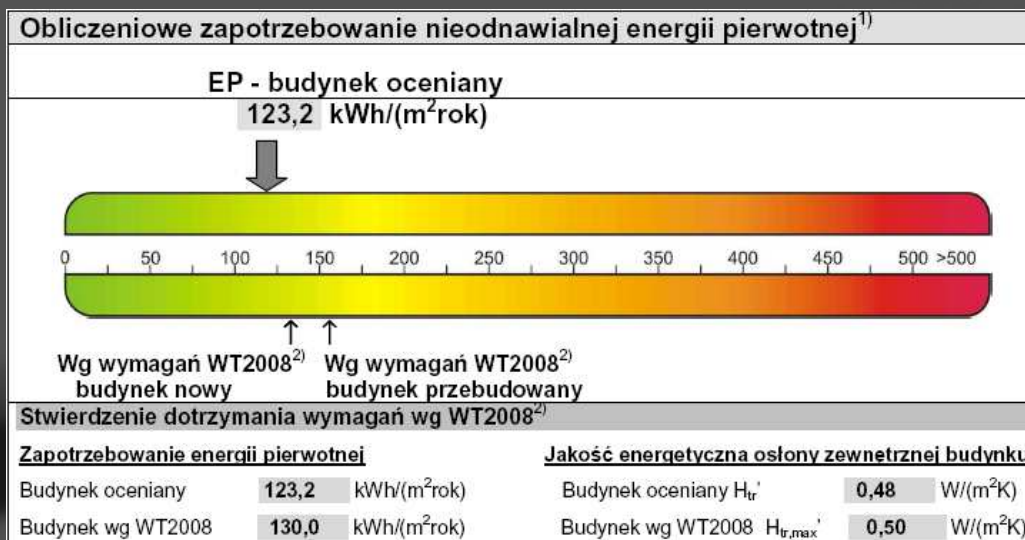
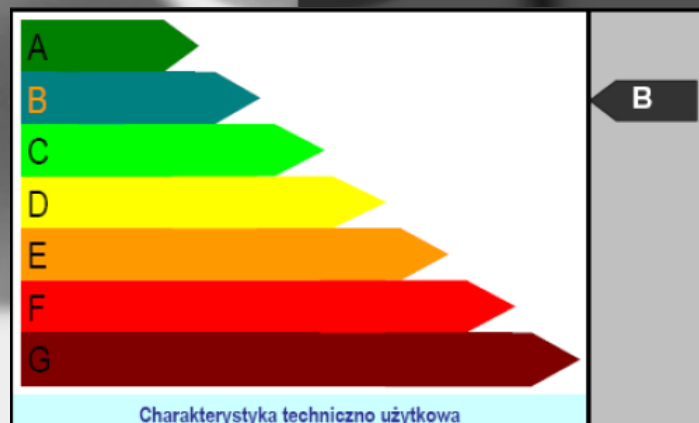
- Wahania kursów walutowych EUR



# W którą stronę idzie rynek mieszkaniowy?

## 1. Wejście w życie certyfikatów energetycznych

**Od dnia 1 stycznia 2009 w związku z nowelizacją Ustawy Prawo Budowlane każdy dom, budynek czy mieszkanie, podlegające sprzedaży wynajmowi lub oddane do użytkowania, raz na 10 lat, będzie musiało mieć sporządzone świadectwo charakterystyki energetycznej, określające jego dokładne zużycie energii**

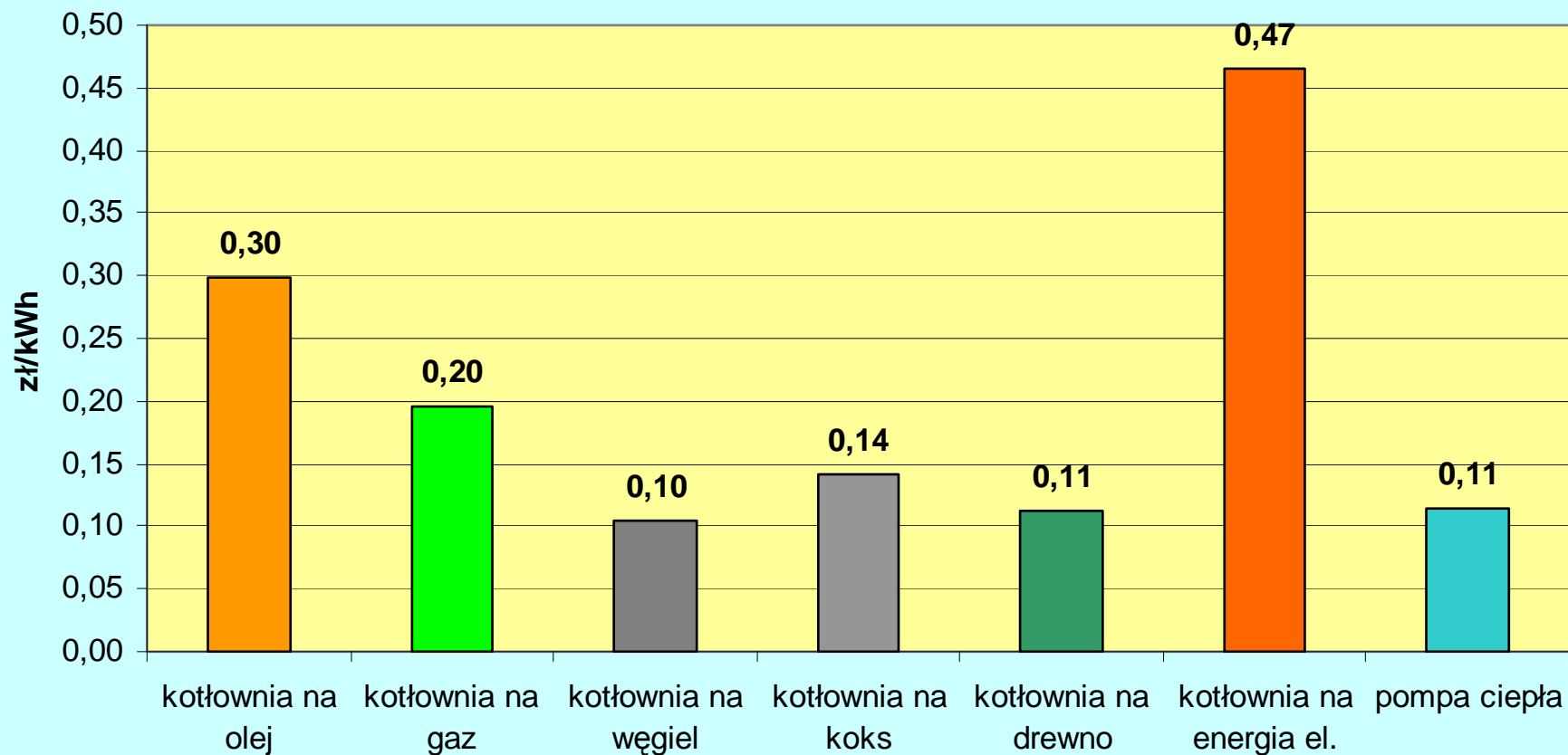


# Co to jest energia odnawialna?

1. Energia słoneczna
2. Energia wiatru
3. Energia wody
4. Biomasa
5. Biopaliwa

# Koszt energii według źródeł pochodzenia

Koszty energii z różnych paliw w zł/kWh



# Okres zwrotu instalacji opartych na odnawialnych źródłach energii

Typ energii	trwałość systemu	SPBT
	(cykl życia urządzeń)	(prosty okres zwrotu)
energia słoneczna na c.w.u.	15-20 lat	10-20 lat
energia słoneczna na c.o. i c.w.u.	15-20 lat	10-20 lat
energia słoneczna - fotowoltanika	brak danych	40-60 lat
biomasa	8-12 lat	10-17 lat
biopaliwa	12-15 lat	12-19 lat
energia geotermalna	5-7 lat	10-15 lat
energia wiatrowa	5-9 lat	9-18 lat

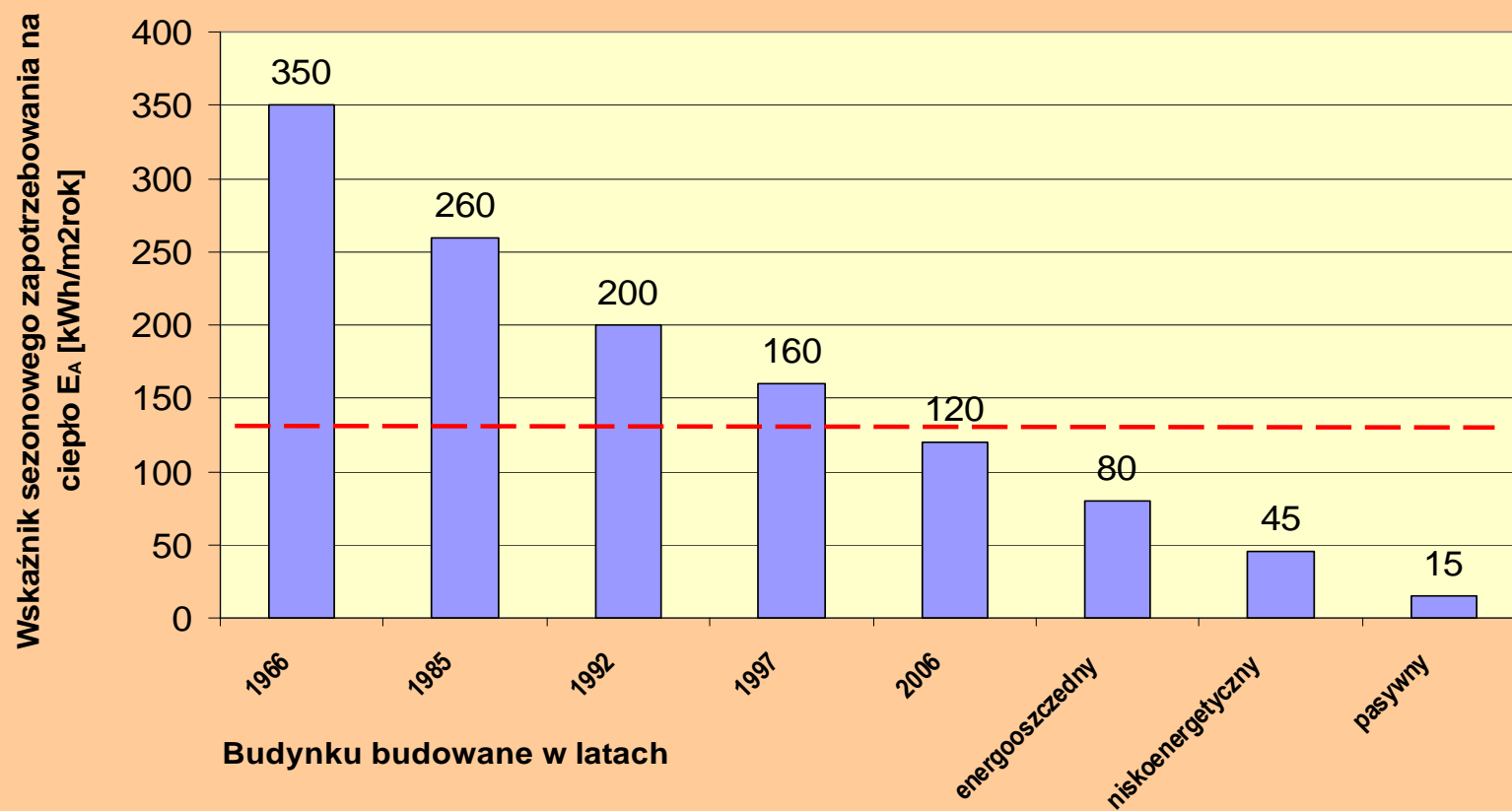
# Okres zwrotu instalacji opartych na odnawialnych źródłach energii

Typ energii	trwałość systemu	SPBT
	(cykl życia urządzeń)	(prosty okres zwrotu)
energia słoneczna na c.w.u.	15-20 lat	10-20 lat
energia słoneczna na c.o. i c.w.u.	15-20 lat	10-20 lat
energia słoneczna - fotowoltaika	brak danych	40-60 lat



# Podział budynków ze względu na ich energochłonność

Klasyfikacja energetyczna budynków wg Stowarzyszenia Na Rzecz Zrównoważonego Rozwoju



# Podział budynków ze względu na ich energochłonność

§ 328. Budynek i jego instalacje ogrzewcze, wentylacyjne i klimatyzacyjne powinny być zaprojektowane i wykonane w taki sposób, aby ilość energii cieplnej, potrzebnej do użytkowania budynku zgodnie z jego przeznaczeniem, można było utrzymać

**na racjonalnie niskim poziomie.**

1. Dla budynku mieszkalnego wielorodzinnego i zamieszkania zbiorowego **wymagania uznaje się za spełnione, jeżeli wartość wskaźnika  $E$** , jest mniejsza od wartości granicznej  $E_0$ , a także jeżeli przegrody budowlane odpowiadają wymaganiom izolacyjności cieplnej

Wartości graniczne  $E_0$  wskaźnika sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku, wynoszą:

- 1)  **$E_0 = 29 \text{ kWh}/(\text{m}^3 \text{ rok})$  przy  $A/V > 0,20$ ,**
- 2)  **$E_0 = 26,6 + 12 A/V \text{ kWh}/(\text{m}^3 \text{ rok})$  przy  $0,20 < A/V < 0,90$ ,**
- 3)  **$E_0 = 37,4 \text{ kWh}/(\text{m}^3 \text{ rok})$  przy  $A/V > 0,90$ ,**

3. Dla budynku użyteczności publicznej i budynku produkcyjnego wymagania uznaje się za spełnione, **jeżeli przegrody budowlane odpowiadają wymaganiom izolacyjności cieplnej  $U_0 \geq U$**  oraz innym wymaganiom określonym w załączniku do rozporządzenia.



# Podział budynków ze względu na ich energochłonność

Budynek jednorodzinny

Lp.	Rodzaj przegrody i temperatura w pomieszczeniu	$U_k(\max)$ [W/(m <sup>2</sup> x K)]
1	2	3
1	<p>Ściany zewnętrzne (stykające się z powietrzem zewnętrznym):</p> <p>a) przy <math>t_i &gt; 16^\circ\text{C}</math>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- o budowie warstwowej<sup>*)</sup> z izolacją z materiału o współczynniku przewodzenia ciepła <math>\lambda \leq 0,05 \text{ W/(m x K)}</math></li> <li>- pozostałe</li> </ul> <p>b) przy <math>t_i \leq 16^\circ\text{C}</math> (niezależnie od rodzaju ściany)</p>	<p>0,30</p> <p>0,50</p> <p>0,80</p>
2	Ściany piwnic nieogrzewanych	bez wymagań
3	<p>Stropodachy i stropy pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami:</p> <p>a) przy <math>t_i &gt; 16^\circ\text{C}</math></p> <p>b) przy <math>8^\circ\text{C} &lt; t_i \leq 16^\circ\text{C}</math></p>	<p>0,30</p> <p>0,50</p>
4	Stropy nad piwnicami nieogrzewanymi i zamkniętymi przestrzeniami podpodłogowymi	0,60
5	Stropy nad piwnicami ogrzewanymi	bez wymagań
6	Ściany wewnętrzne oddzielające pomieszczenie ogrzewane od nieogrzewanego	1,00

$t_i$  - Temperatura obliczeniowa w pomieszczeniu zgodnie z § 134 ust. 2 rozporządzenia.

\*) Tynk zewnętrzny i wewnętrzny nie jest uznawany za warstwę.

# Wymagania stawiane budynkom energooszczędnym i pasywnym

typ wymagań	j.m.	Wymagania dla			
		aktualne wymagania prawne	propozycje zmian prawnych	budynek energooszczędny	budynek pasywny
U dla ściany z mostkami cieplnymi	[W/m <sup>2</sup> K]	< 0,3 - 0,5	< 0,3	< 0,2	< 0,15
U dla dach z mostkami cieplnymi	[W/m <sup>2</sup> K]	< 0,3	< 0,2	< 0,2	< 0,1
U dla okna	[W/m <sup>2</sup> K]	< 2,6 - 2,0	< 1,9 - 1,7	< 1,3	< 0,8
g - współczynnik przepuszczalności oszklenia		brak wymagań	brak wymagań	≥ 0,55	≥ 0,5
Zapotrzebowanie na ciepło	[kWh/m <sup>2</sup> rok]	brak wymagań	brak wymagań	≤ 70	≤ 15
Zapotrzebowanie na moc cieplną	[W/m <sup>2</sup> ]	brak wymagań	brak wymagań	30,00	10,00
Szczelność budynku n50	[1/h]	brak wymagań	brak wymagań	1,5	0,6
Wentylacja	[zł]	naturalna	naturalna	Naturalna ze sterowaniem lub mechaniczna z rekuperacją	mechaniczna z rekuperacją
minimalna temperatura nawiewu przy tz=-10 st C	[°C]	brak wymagań	brak wymagań	brak wymagań	16,5
Sprawność odzysku	[%]	brak wymagań	brak wymagań	≥ 70	≥ 80

# Czy opłaca się budować budynki energooszczędne czy pasywne?

- Okres dla którego wykonane zostały obliczenia  $t=10$  lat i  $t=30$  lat
- Stopa dyskonta  $r=6\%$
- Wzrost kosztów energii rocznie  $10\%$  w okresie  $t=10$  lub  $30$  lat
- Przyjęto aktualne koszty robocizny i materiału z lipca 2008
- Do analiz przyjęto cenę ciepła dla budynku zgodnego z prawem oraz budynku energooszczędnego -  $0,18$  zł/kWh uzyskanej z gazu wysokomietanowego, dla budynku pasywnego energię z pompy ciepła o efektywności  $3,5$ , cena ciepła  $0,1$  zł/kWh. Ceny ciepła wg aktualnych cen energii
- Budynek wg aktualnych wymagań prawnych  $E_A = 135$  kWh/m<sup>2</sup> rok
- Budynek energooszczędny  $E_A = 60$  kWh/m<sup>2</sup> rok
- Budynek pasywny  $E_A = 15$  kWh/m<sup>2</sup> rok

Opis	jm.	budynek wg aktualnych wymagań prawnych	budynek energooszczędny	budynek pasywny
Powierzchnia ogrzewana	[m2]	120	120	120
Kubatura	[m3]	324	324	324
EA	[kWh/m2rok]	135	60	15
Zapotrzebowanie na ciepło	kWh/rok	16200	7200	1800
Koszt jednostkowy energii*	[zł/kW]	0,18	0,18	0,10
Roczne koszty ogrzewania	[zł/rok]	2916	1296	180,0
Roczne koszty ogrzewania	[zł/m2m-c]	2,03	0,90	0,13
Roczne oszczędności	[zł/rok]	0	1620	2736,0
Koszty budowy konstrukcja	[zł]	290000	290000	290000
Koszty stolarki	[zł]	16500	21000	60000
Koszty izolacji termicznej	[zł]	9000	14400	21600
koszty systemu c.o.	[zł]	26000	30000	73400
Razem koszty budowy	[zł]	341500	355400	445000
Koszty na 1 m2 powierzchni	[zł/m2]	2846	2962	3708
Różnica kosztów	[zł]	0	13900	103500
Procentowy wzrost kosztów budowy	[%]	100%	4%	30%
Zwrot poniesionych nakładów SPBT	[lata]		8,6	37,83
NPV30	[zł]		8399	-65839
IRR30	[%]		11,2	-2

\* Cena ciepła dla budynku spełniającego aktualne wymagania prawne oraz energooszczędnego przyjęto z gazu w oparciu o kocioł gazowy kondensacyjny, dla budynku pasywnego z pompy ciepła



# Optymalizacja przegród budowlanych

Ze względu na wysoki koszt inwestycyjny przy wykorzystaniu odnawialnych źródeł energii konieczna jest optymalizacja mocy urządzeń grzewczych

Dane podstawowe

Przegrody

Wyniki

Przegroda: ściana zewnętrzna - Mur z pustaków MAX 18,8 cm

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> ]
5	0,555	1,011	182,50	-52,22
6	0,492	1,074	185,00	-46,54
7	0,441	1,125	187,50	-42,54
8	0,400	1,166	190,00	-39,75
9	0,366	1,200	192,50	-37,86
10	0,337	1,229	195,00	-36,65
11	0,313	1,253	197,50	-35,99
<b>12</b>	<b>0,292</b>	<b>1,274</b>	<b>200,00</b>	<b>-35,76</b>
13	0,273	1,293	202,50	-35,87
14	0,257	1,309	205,00	-36,27
15	0,242	1,324	207,50	-36,90
16	0,229	1,337	210,00	-37,74
17	0,218	1,348	212,50	-38,74

Parametry przegrody i optymalizacji

U: 1,566 W/(m<sup>2</sup>\*K)

Materiał dociepleniowy:

Fasrock-L (płyta)

λ: 0,043 W/(m\*K)

Tw: 20,0 °C Tz: -18,0 °C

Straty przed

60,19 GJ/rok

2421,90 zł/rok

Straty po

11,21 GJ/rok

450,99 zł/rok

Oszczędności

48,98 GJ/rok

1970,91 zł/rok

81,38 %

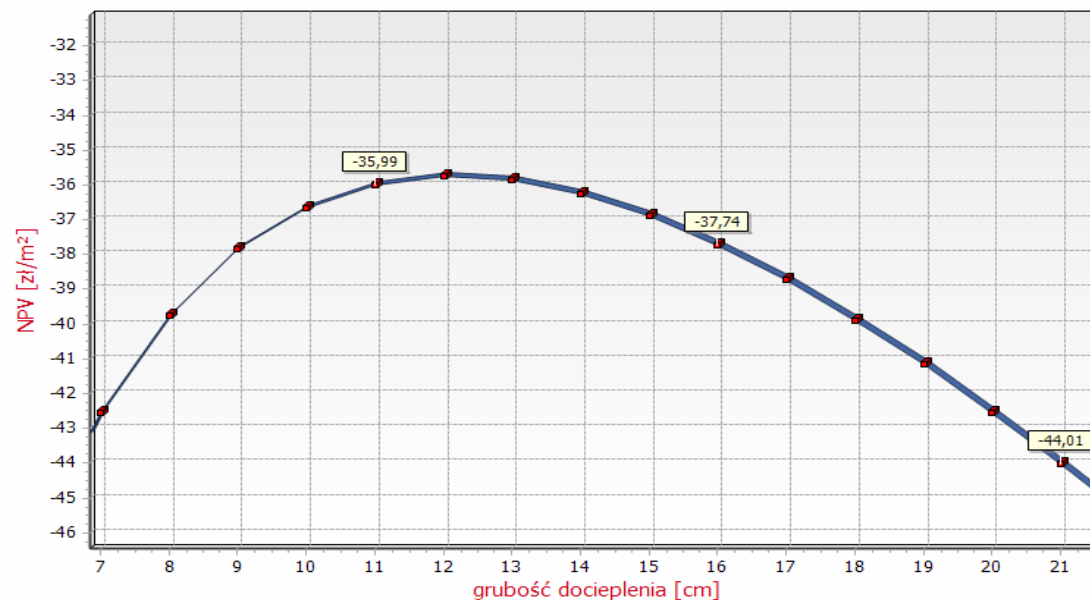
Wykres NPV

Podsumowanie

Drukuj

Ściana zewnętrzna - Mur z pustaków MAX 18,8 cm

Wykres zależności wskaźnika NPV od grubości docieplenia



**Analiza opłacalności dla budynku zasilanego z pelet's dla 10-cio letniego okresu korzystania z efektów**

Dane podstawowe

Przegrody

Wyniki

Przegroda: ściana zewnętrzna - Mur z pustaków MAX 18,8 cm

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> ]
16	0,229	1,337	210,00	306,79
17	0,218	1,348	212,50	308,78
18	0,207	1,359	215,00	310,34
19	0,198	1,368	217,50	311,52
20	0,189	1,377	220,00	312,38
21	0,181	1,385	222,50	312,96
22	0,174	1,392	225,00	313,29
<b>23</b>	<b>0,167</b>	<b>1,399</b>	<b>227,50</b>	<b>313,40</b>
24	0,161	1,405	230,00	313,31
25	0,155	1,411	232,50	313,05
26	0,150	1,416	235,00	312,64
27	0,145	1,421	237,50	312,08
28	0,140	1,426	240,00	311,40

Parametry przegrody i optymalizacji

U: 1,566 W/(m<sup>2</sup>\*K)

Materiał dociepleniowy:

Fasrock-L (płyta)

λ: 0,043 W/(m\*K)

Tw: 20,0 °C Tz: -18,0 °C

Straty przed

60,19 GJ/rok

2421,90 zł/rok

Straty po

6,42 GJ/rok

258,30 zł/rok

Oszczędności

53,77 GJ/rok

2163,60 zł/rok

89,33 %

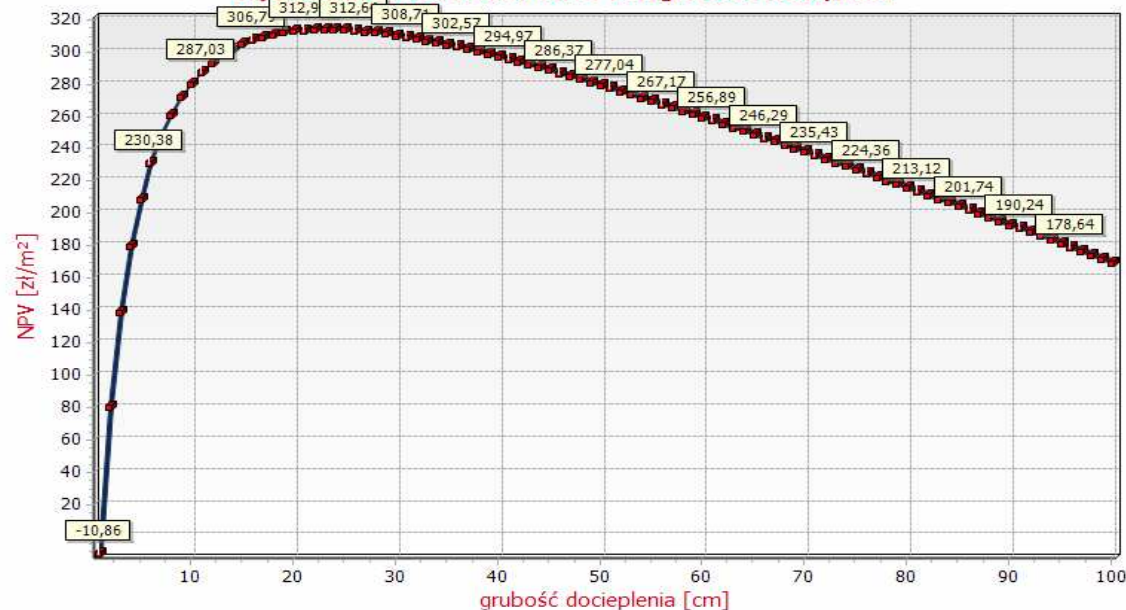
Wykres NPV

Podsumowanie

Drukuj

Ściana zewnętrzna - Mur z pustaków MAX 18,8 cm

Wykres zależności wskaźnika NPV od grubości docieplenia



**Analiza opłacalności dla budynku zasilanego z pelet's dla 30-sto letniego okresu korzystania z efektów**

# Wyniki optymalizacji- zestawienie

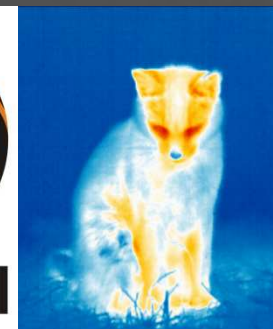
Typ kotłowni:	kotłownia gazowa		kotłownia na pelets		kotłownia na olej op.	
Sprawność instalacji c.o.	$\eta_{c.o.} = 85,8\%$		$\eta_{c.o.} = 72,9\%$		$\eta_{c.o.} = 73,7\%$	
Okres L	10 lat	30 lat	10 lat	30 lat	10 lat	30 lat
Cena ciepła $C_p$	50 zł/GJ		35 zł/GJ		78,8 zł/GJ	
Optymalna wartość współczynnika przenikania dla:	U		U		U	
	[W/m <sup>2</sup> K]		[W/m <sup>2</sup> K]		[W/m <sup>2</sup> K]	
ścian	0,229	0,135	0,292	0,167	0,174	0,103
dach	0,316	0,176	0,375	0,214	0,226	0,13
podłoga na gruncie	0,179	0,106	0,22	0,131	0,136	0,08
okna	1,90	0,95	2,00	1,10	0,95	0,80

## Wnioski:

1. Projektowanie izolacyjności termicznej przegród powinno być zależne od okresu funkcjonowania budynku, ceny ciepła przewidywanego wzrostu cen nośników oraz inflacji



cieplej.pl





# Zasady projektowania optymalnego źródła energii odnawialnej

Kroki postępowaniu przy zrównoważonym projektowaniu:

1. Wstępne wskazanie źródła ciepła.
2. Określenie optymalnego zapotrzebowania na moc urządzenia przez optymalizację izolacji, wentylacji, ciepłej wody, energii elektrycznej.
3. Wykonanie analizy ekonomiczno-technicznej źródła energii dla optymalnej określonej mocy cieplnej na c.o. i c.w.u.
4. Wybór uzasadnionego ekonomicznie – ekologicznie sposobu produkcji energii.
5. Optymalizacja końcowa, wybór wariantu w oparciu o ocenę ekonomiczną i ekologiczną dla całego budynku.

# Podsumowanie

# Optymalizacja rozwiązań

- Kryzys finansowy wymógł zwiększenie jakości przy optymalizacji ceny sprzedaży
- Potencjalni klienci zwracają uwagę na koszty eksploatacji
- Należy spełnić wymogi związane z certyfikacją energetyczną po 1 stycznia 2009 r.

# Optymalizacja rozwiązań

1. Realizacja budynków pasywnych przy porównaniu budynków zasilanych gazem ziemnym, z ekonomicznego punktu widzenia jest nieopłacalna, czas zwrotu poniesionych nakładów 37,5 lat.
2. Realizacja domów pasywnych jest ekonomicznie uzasadniona gdy cena energii przekracza 0,6-0,7 zł/kWh = 0,17-0,2 EU/kWh).
3. Aktualne ceny ciepła w Polsce:

Gaz	0,18-0,2 zł/kWh
Węgiel	0,14 – 0,16 zł/kWh
Biomasa	0,15 – 0,19 zł/kWh
Ciepłownia	0,16 – 0,18 zł/kWh
Energia elektryczna	0,35 – 0,4 zł/kWh

# Optymalizacja rozwiązań

4. Wybór izolacyjności termicznej przegród powinien opierać się o zasady optymalizacji uwzględniając zdyskontowane wartości kosztów inwestycji oraz zdyskontowane wzrosty cen energii w oparciu o wskaźniki ekonomicznej opłacalności: SPBT, NPV, IRR
5. W projektowaniu konieczne jest określenie optymalnego zapotrzebowania na moc cieplną na c.o., c.w.u. i energię elektryczną
6. Wykonanie analizy opłacalności ekonomicznej powinno być konfrontowane z uzyskanym efektem ekologicznym
7. Wykonanie analizy opłacalności ekologicznej powinno być konfrontowane z opłacalnością ekonomiczną



**Dni Oszczędzania Energii**  
**4-5 listopad 2008**  
**Wroclaw**

**[www.cieplej.pl](http://www.cieplej.pl)**  
**[cieplej@cieplej.pl](mailto:cieplej@cieplej.pl)**