



# ZAGADNIENIE OPTYMALIZACJI I WPROWADZENIA OPTYMALNYCH ZALECEŃ WPROWADZONO JUŻ DO PROGRAMU

**CERT**   
OPTYMALIZACJA





# JAKIE BĘDZIE BUDOWNICTWO XXI WIEKU?



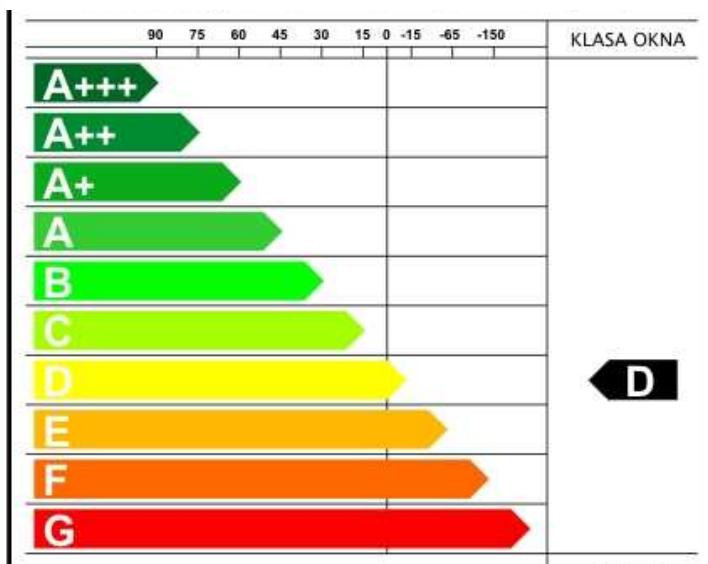
## Budownictwo energooszczędne-efektywne energetycznie:

Podstawowe założenia, klasyfikacje budynków:

- Budynku energooszczędne?
- Budynki niskoenergetyczne?
- budynki zero-energetyczne!
- budynki pasywne?
- budynku racjonalne energetycznie?
- podziały na klasy-kierunek najbliższych zmian prawnych?



## Przykładowy podział na klasy



Klasa D: budynki spełniające minimalne wymagania prawne

Klasa C: budynki należące do grupy energooszczędne

Klasa B: budynki należące do grupy niskoenergetyczne

Klasa A: budynki należące do grupy pasywne

Klasa A+: budynki należące do grupy zeroenergetyczne





## Wymagania izolacyjne dla przegród budowlanych

Klasa energetyczna budynku	Klasa przegród	U ściany z mostkami maksimum	U dachu z mostkami maksimum	U okna maksimum	Ugr.z mostkami maksimum	U budynku z mostkami maksimum
		W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K
WT2009	klasa przegród D	0,25	0,25	1,40	0,45	0,5
Energooszczędny	klasa przegród C	0,20	0,18	1,10	0,35	0,45
Niskoenergetyczny	klasa przegród B	0,18	0,15	1,00	0,30	0,35
Pasywny	klasa przegród A	0,15	0,12	0,80	0,25	0,25
Zero-energetyczny	klasa przegród A+	0,10	0,10	0,60	0,10	0,20





**Wymagania szczegółowe w zakresie szczelności budynku,  
przepuszczalności promieniowania słonecznego, minimalne  
dopuszczalnych sprawności c.o., c.w.w**

Klasa energetyczna budynku	szczelność n50 maksimum	przepuszczalność energii słonecznej maksimum - gc	sprawność c.o. minimum	sprawność c.w.u. minimum	sprawność chłodu minimum
	1/h		[%]	[%]	[%]
WT2009	$\leq 3$	0,67-dla ogrzewanych 0,5- dla ogrzewanych i chłodzonych	$\geq 0,80$	$\geq 0,55$	$\geq 2,8$
Energooszczędny	$\leq 1,5$	0,67-dla ogrzewanych 0,5- dla ogrzewanych i chłodzonych	$\geq 0,85$	$\geq 0,65$	$\geq 3,00$
Niskoenergetyczny	$\leq 0,9$	dla ogrzewanych 0,67-zimą i 0,45 latem dla ogrzewanych i chłodzonych 0,5- zimą i 0,35 latem	$\geq 0,90$	$\geq 0,70$	$\geq 3,10$
Pasywny	$\leq 0,6$	dla ogrzewanych 0,5-zimą i 0,35 latem dla ogrzewanych i chłodzonych 0,5- zimą i 0,30 latem	$\geq 2,50$	$\geq 2,00$	$\geq 3,35$
Zero-energetyczny	$\leq 0,5$	dla ogrzewanych 0,5-zimą i 0,3 latem dla ogrzewanych i chłodzonych 0,5- zimą i 0,25 latem	$\geq 2,80$	$\geq 2,50$	$\geq 3,50$



## Oświetlenie i wentylacja

Klasa energetyczna budynku	moc oświetlenia maksimum	wentylacja sprawność minimum
	[W/m <sup>2</sup> ]	[%]
WT2009	18,00	nawiewniki sterowane ręcznie
Energooszczędny	16,00	nawiewniki sterowane automatycznie z czasowym ograniczeniem strumienia wentylacji
Niskoenergetyczny	14,00	wentylacja z odzyskiem ciepła - 55%
Pasywny	12,00	wentylacja z odzyskiem ciepła - 75%
Zero-energetyczny	10,00	wentylacja z odzyskiem ciepła 75% i z wymiennikiem gruntowym-15%

## Zapotrzebowanie na energię użytkową na c.o. i c.w.u. w zależności od $A/V_e$ ;

Klasa energetyczna budynku	Typ budynku	Zapotrzebowanie na energię użytkową w zależności od współczynnika kształtu $A/V_e$ wartości poniżej określają przedział od do			
		$A/V_e < 0,3$ c.o.	c.w.u.	$A/V_e > 1,1$ c.o.	c.w.u.
		kWh/m <sup>2</sup> rok	kWh/m <sup>2</sup> rok	kWh/m <sup>2</sup> rok	kWh/m <sup>2</sup> rok
D-wymagania podstawowe	budynek minimum prawne-budynek referencyjny	75,00	60,00	100,00	60,00
C	energooszczędne	35,00	55,00	75,00	55,00
B	niskoenergetyczny	15,00	50,00	40,00	50,00
A	pasywny	12,00	35,00	15,00	35,00
A+	zeroenergetyczny	8,00	35,00	12,00	35,00







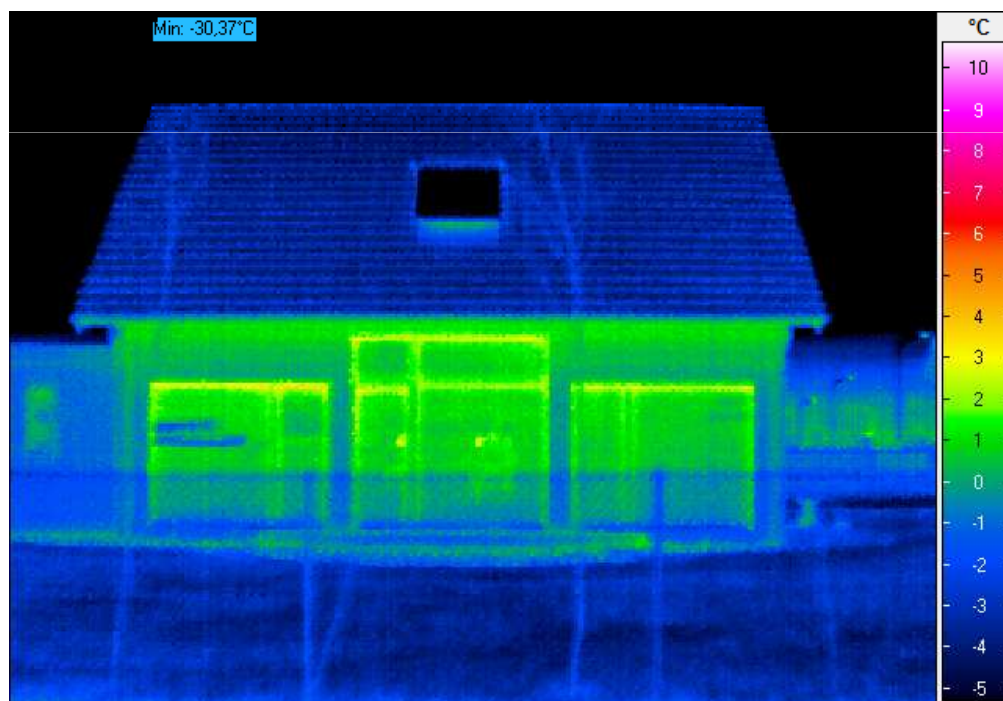
## Propozycja wymagań granicznych wartości dla energii użytkowej EU, energii końcowej EK oraz nieodnawialnej energii pierwotnej EP

Klasa energetyczna budynku	Energia użytkowa EU na c.o. c.w.u.		Energia końcowa EK na c.o. c.w.u, energię pomocniczą		Energia nieodnawialna pierwotna	
	kWh/m2rok		kWh/m2rok		kWh/m2rok	
D	120	160	200	240	220	265
C	90	120	120	200	160	200
B	50	90	85	120	110	160
A	45	50	20	85	50	110
A+	43	47	17	20	35 lub 0	80 lub 0



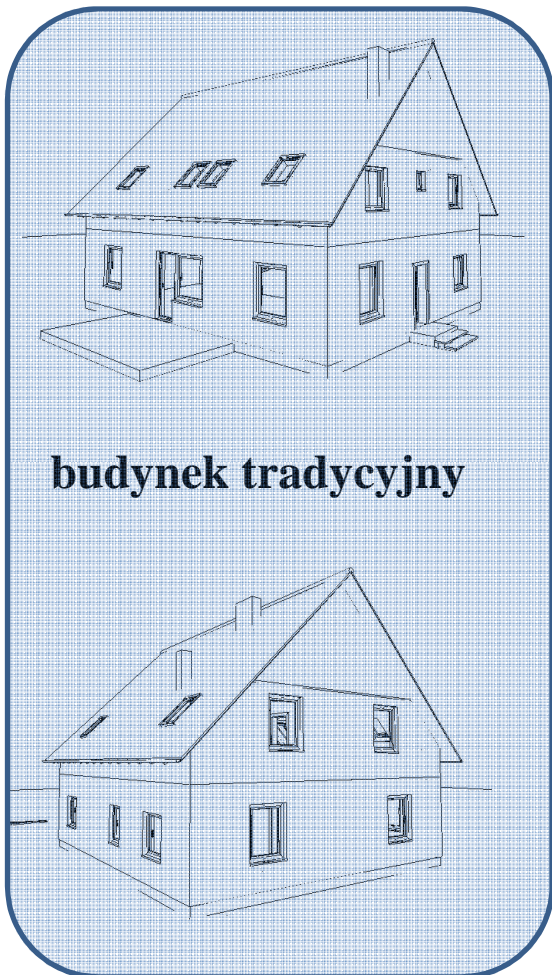


# WYMAGANIA TECHNICZNE BUDYNKÓW ENERGOOSZCZĘDNYCH I PASYWNYCH

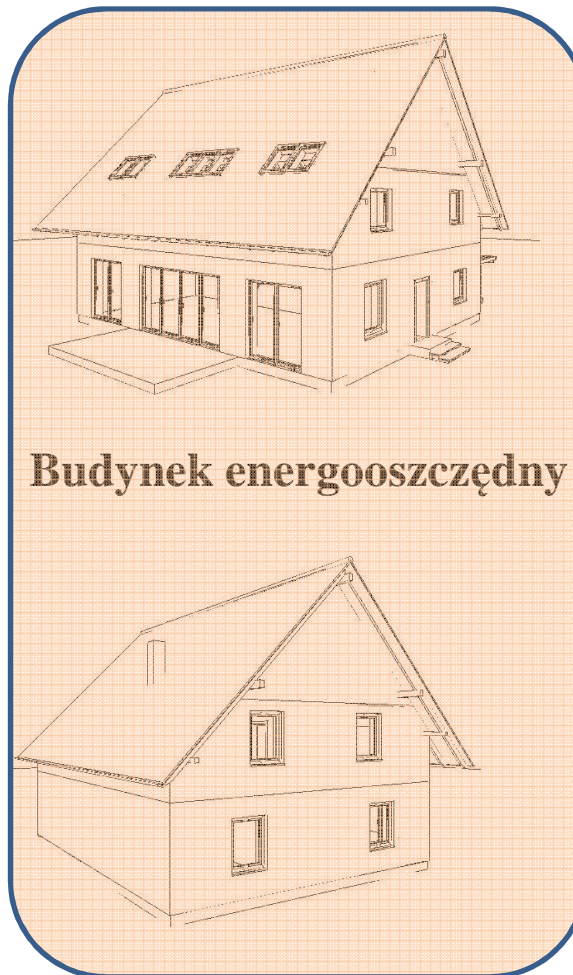


typ wymagań	j.m.	Wymagania dla		
		aktualne wymagania prawne	budynek energooszczędny	budynek pasywny
U dla ściany z mostkami cieplnymi	[W/m <sup>2</sup> K]	< 0,3*	< 0,2	< 0,15 (0,1)
U dla dach z mostkami cieplnymi	[W/m <sup>2</sup> K]	< 0,25*	< 0,2	< 0,1
U dla okna	[W/m <sup>2</sup> K]	< 1,8	< 1,25	< 0,8
g - współczynnik przepuszczalności (szklenia) okna		≤ (0,67) 0,5	≤ ( 0,55 ) 0,5	≤ (0,55 ), 0,5
Zapotrzebowanie na ciepło EU	[kWh/m <sup>2</sup> rok]	brak wymagań	≤ 50	≤ 15
Zapotrzebowanie na moc cieplną	[W/m <sup>2</sup> ]	brak wymagań	≤ 30,00	≤ 10,00
Zużycie energii pierwotnej	[kWh/m <sup>2</sup> rok]	brak wymagań	200,00	120,00
Szczelność budynku n50	[1/h]	≤ 3,0	≤ 1,5	≤ 0,6
A/V	[1/m]	brak wymagań	1,1 - 0,7	minimalne
Wentylacja	[zł]	naturalna	Naturalna ze sterowaniem lub mechaniczna z rekuperacją	mechaniczna z rekuperacją
minimalna temperatura nawiewu przy tz=-10 st C	[°C]	brak wymagań	brak wymagań	≥ 16,5
Sprawność odzysku	[%]	brak wymagań	≥ 60	≥ 75

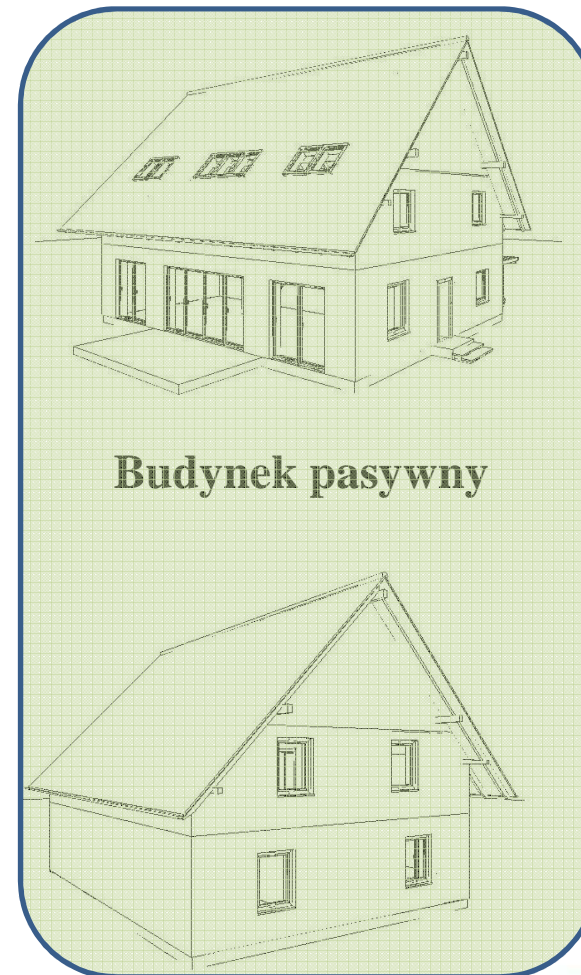
## ARCHITEKTURA BUDYNKÓW: widok elewacji południowo-wschodni



**budynek tradycyjny**



**Budynek energooszczędny**



**Budynek pasywny**

## widok elewacji północno-zachodni

Dolnośląska Agencja Energii i Środowiska,





# ANALIZA OPŁACALNOŚCI BUDOWANIA BUDYNKÓW PASYWNYCH





Opis	jm.	budynek wg aktualnych wymagań prawnych	budynek energooszczędny	budynek pasywny
Powierzchnia ogrzewana	[m <sup>2</sup> ]	120	120	120
Kubatura	[m <sup>3</sup> ]	324	324	324
EA	[kWh/m <sup>2</sup> rok]	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/m <sup>2</sup> m-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 m <sup>2</sup> powierzchni	[zł/m <sup>2</sup> ]	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

Powierzchnia	Af =	120	dom wg WT2008	Pasywny 15% droższy	Pasywny 25% droższy
EK c.o.	kWh/m2rok		150	15	15
Qk	kWh/rok		18000	1800	1800
koszty z węgla	zł/kWh	0,120	2160,0	216	216
koszty z biomasy PELET	zł/kWh	0,120	2160,0	216	216
koszty z gazu	zł/kWh	0,180	3240,0	324	324
koszty z oleju	zł/kWh	0,240	4320,0	432	432
koszty z ene.ele	zł/kWh	0,530	9540,0	954	954
Koszt budowy	4000	zł/m2	480000	552000	600000
różnica kosztów		zł/m2		72000	120000
SPBT przy kosztach dla budynków wg WT2008 ogrzewanych z węgla	lata			37,47	62,45
SPBT przy kosztach dla budynków wg WT2008 ogrzewanych z biomasy	lata			37,47	62,45
przy kosztach dla budynków wg WT2008 ogrzewanych z koszty z gazu	lata			23,99	39,98
SPBT przy kosztach dla budynków wg WT2008 ogrzewanych z oleju	lata			17,64	29,40
SPBT przy kosztach dla budynków wg WT2008 ogrzewanych z ene.ele	lata			7,74	12,90



## Szkoła spełniająca dla budynku pasywnego





## Koszt budowy szkoły pasywnej

- Powierzchnia użytkowa budynku 833 m<sup>2</sup>
- Koszt budowy budynku pasywnego 3 380 000 zł
- Koszt budowy 1 m<sup>2</sup> 3 961 zł/m<sup>2</sup>
- Koszt budowy budynku spełniającego aktualne wymagania prawne 2 560 000 zł
- Koszt budowy 1 m<sup>2</sup> 3 075 zł/m<sup>2</sup>
- Różnica w kosztach 32 %
- **dwie następne ofert: od 5 100 000 zł do 5 200 000 zł**
- **Różnica w kosztach: od 99% do 103%**





# **BUDOWNICTWO PRZYSZŁOŚCI ?**

**Energooszczędne**

**Niskoenergetyczne**

**Pasywne**

**Zero-energetyczna**

**Racjonalne**



## Kilka uwag do projektowania budynków niskoenergetycznych

- W budynkach energooszczędnych niezbędne jest zaprojektowanie i wykonanie systemu odmrażania dachu i spustów dachowych. Dach należy zaprojektować na większe obciążenie od śniegu.
- Ze względu na wysoką szczelność obudowy niezbędne jest zaprojektowanie porwanej działającej wentylacji. Z tego powodu należy bardzo dokładnie przeanalizować przegrody i możliwość kondensacji pary wodnej w przegrodzie zwłaszcza w miejscach występowania mostków ciepła.
- Ze względu na ograniczanie całkowitego zużycia energii oraz wewnętrznych zysków ciepła niezbędne jest projektowanie budynków pasywnych wymaga stosowania energooszczędnego oświetlenia.
- Budynki energooszczędne i pasywne wymagają precyzyjnego określania wewnętrznych zysków ciepła i projektowania przegród uwzględniając ich rzeczywisty udział odpowiednio w każdym pomieszczeniu, analizując możliwość ich przegrzewania.
- Wytyczne do projektowania wentylacji dla budynków pasywnych odbiega od polskich wymagań prawych dając niczym uzasadnione, zaniżone wymiany powietrza. Należy najpierw spełnić wymagania higieniczne wynikające z wymagań polskiego prawa.



## Kilka uwag do projektowania budynków niskoenergetycznych

- Przy projektowaniu wentylacji mechanicznej aby zminimalizować zużycie energii na chłodzenie należy przewidzieć stosowanie freecoolingu.
- Stosowanie pompy ciepła na wentylacji powinno umożliwiać wykorzystanie ciepła odpadowego z chłodzenia sprężarki do ogrzewania ciepłej wody.
- System chłodzenia powinien umożliwiać wykorzystanie dolnego źródła ciepła do chłodzenia pomieszczeń.
- Wentylacja z wysokosprawną rekuperacją może potrzebować więcej energii na rozmrażanie rekuperatora niż odzyskana energia z wentylacji.
- W budynkach pasywnych najczęściej ogrzewanie realizowane jest przez ogrzewanie powietrzne. W takiej sytuacji konieczne jest projektowanie dodatkowego ogrzewania w łazienkach pozwalające dogrzać powietrze w łazienkach.
- W budynku energooszczędne wymagają projektowania rozwiązań ograniczające przegrzewanie pomieszczeń: łamaczy światła, refleksoli, foli szybowych lub specjalnych szyb o ograniczonej zyski od słońca
- Tynki elewacyjne muszą zawierać silne dodatki antyalgowe hamujące rozwój pleśni na powierzchni zwłaszcza do strony północnej.





# **BUDOWNICTWO ZRÓWNOWAŻONE**





## Budownictwo zrównoważone

Postulat **zrównoważonego rozwoju**, procesu mającego na celu zaspokojenie potrzeb obecnego pokolenia w sposób umożliwiający realizację tych samych dążeń następnym pokoleniom, po ponad dwudziestu latach od jego sformułowania stał się w Europie ważną ideą cywilizacyjną.

Ogólne zasady zrównoważonego rozwoju, które sformułował Hermanem Daly, są następujące: tempo zużycia zasobów odnawialnych nie może przekraczać tempa ich odtwarzania;

- tempo zużycia zasobów nieodnawialnych nie może przekraczać tempa, w jakim pojawiają się ich odnawialne substytuty;
- tempo emisji zanieczyszczeń nie może przekraczać zdolności asymilacyjnej środowiska.
- Budownictwo jest niezwykle silnie związane z koncepcją zrównoważonego rozwoju, gdyż jego wpływ na środowisko jest ogromny:

ponad 40% światowej produkcji energii zużywane jest w budownictwie, około 35% światowej emisji gazów cieplarnianych pochodzi z budownictwa, około 50% masy przetwarzanych materiałów przypada na budownictwo.

- Budownictwo operuje gigantycznymi ilościami materii. Na przykład roczna światowa produkcja betonu wymaga 20 mld ton kruszywa, 1.5 mld ton cementu, 0.8 mld ton wody.







Zgodnie z ideą **budownictwa zrównoważonego** obiekt budowlany powinien być zaprojektowany, wzniesiony a także użytkowany i rozebrany w sposób zgodny z wymaganiami zrównoważonego rozwoju.

### **Budynki zrównoważone**

można scharakteryzować czterema słowami:

zmniejszenie (ang. Reduce) – mniejsze zużycie materiałów budowlanych, zasobów naturalnych i energii do wzniesienia budynku,

ponowne użycie (ang. Reuse) – materiały konstrukcyjne są ponownie używane tam, gdzie jest to możliwe,

odzysk (ang. Recycle) – przy wznoszeniu budynku wykorzystywane są materiały z recyklingu, a budynek jest tak projektowany, aby materiały mogły być odzyskane,

odnawialność (ang. Renewable) – energia pochodzi z zasobów naturalnych i nośników odnawialnych, a komponenty budowlane są wykonane z surowców odnawialnych.

Energia zużywana przez budynek, to:

**energia wbudowana**, czyli energia skumulowana w budynku w czasie jego wznoszenia, w postaci energii zużytej do produkcji materiałów, transportu, procesów wbudowywania oraz energia niezbędna do przeprowadzenia remontów i konserwacji;

**energia eksploatacyjna**, czyli energia zużywana w czasie użytkowania na ogrzewanie, wentylację, klimatyzację, oświetlenie oraz energii;

**energia przetworzenia**, czyli energia niezbędna w procesie rozbiórki obiektu i zagospodarowania odpadów.





## Zrównoważony rozwój w budownictwie

### Zmniejszenie materiałochłonności w budownictwie

Zachowanie zasobów naturalnych

Efektywne wykorzystanie surowców

Zmniejszenie obciążenia środowiska

### Udział energii ze źródeł odnawialnych

Energia dla użytkowania budynków

Energochłonność produkcji materiałów

### Unikanie wytwarzania niebezpiecznych odpadów

### Stosowanie materiałów o pozytywnej ocenie środowiskowej

Emisja gazów

LCA analiza

surowce odnawialne

### Zmniejszenie zużycia wody do działalności gospodarczej

Zwiększenie efektywności technologii

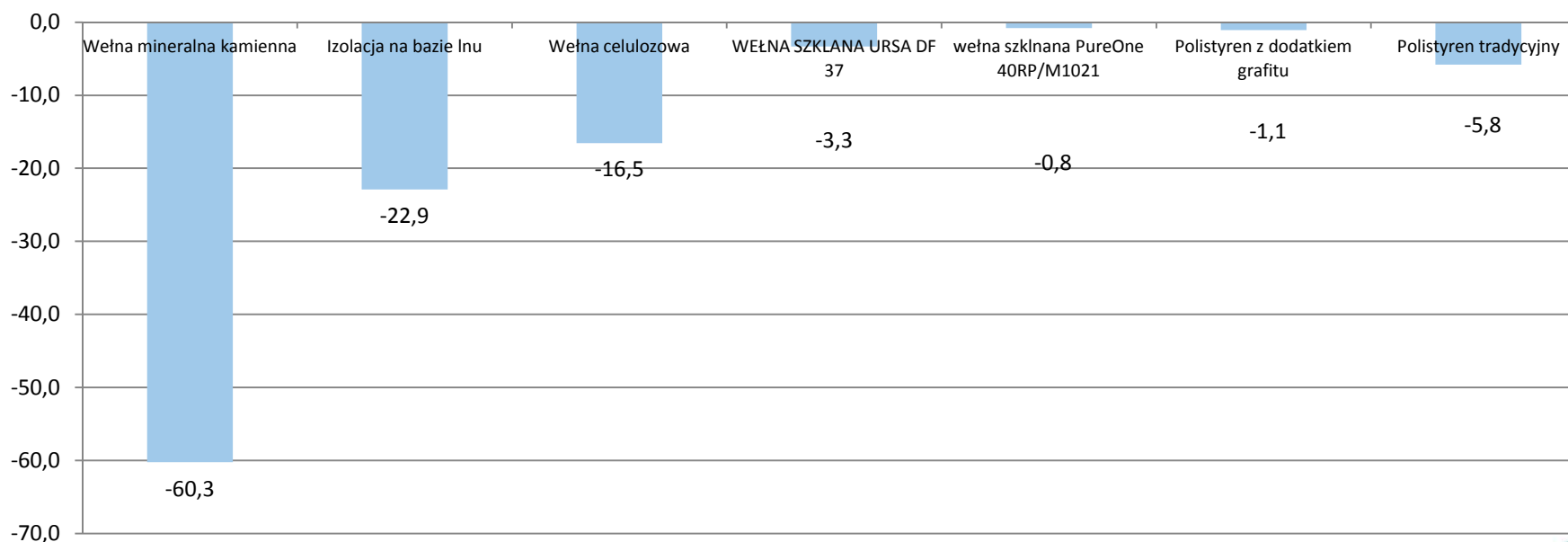
Stosowanie zamkniętych obiegów wody



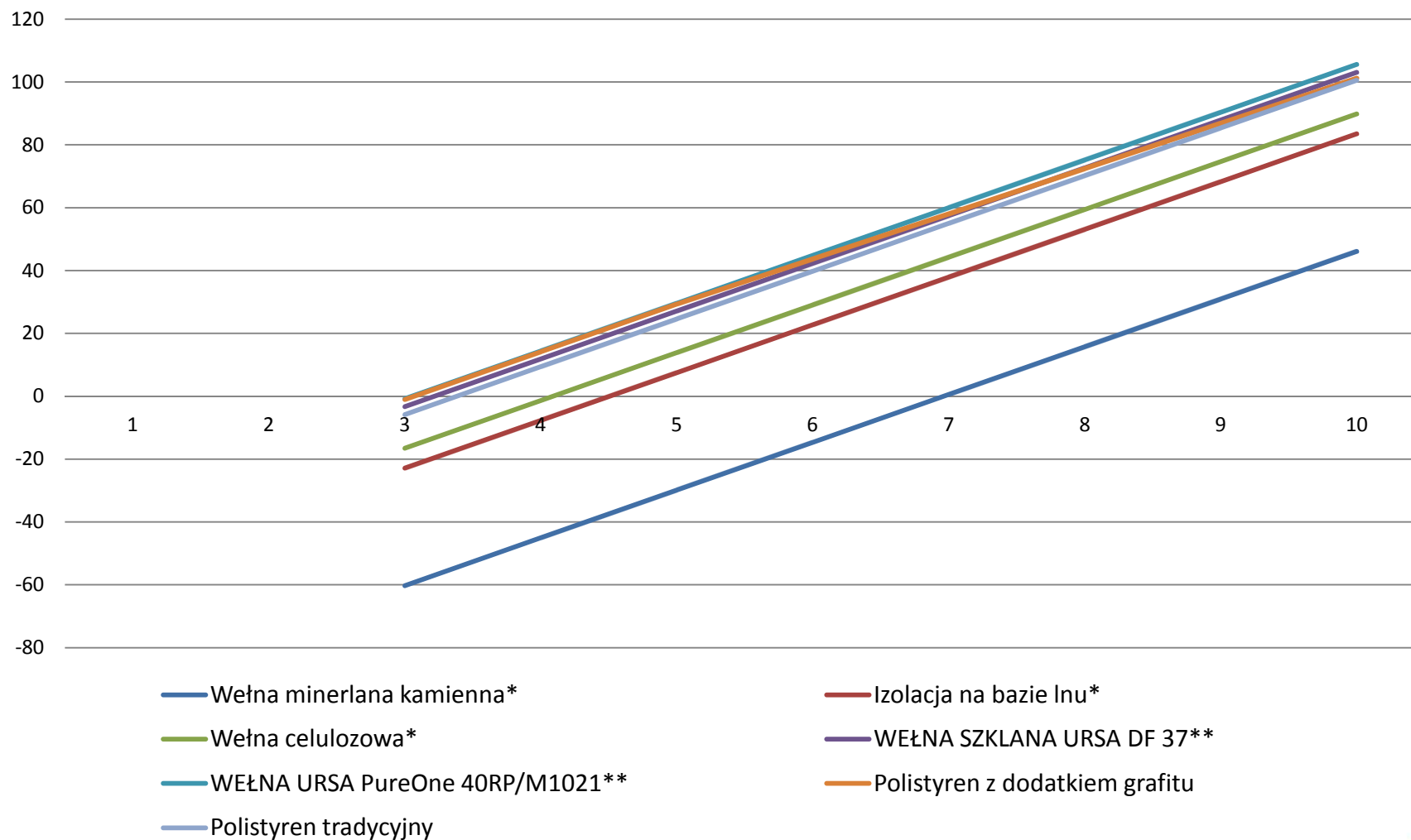


Rodzaj	jednostka	Wełna mineralna kamienna	Izolacja na bazie Inu	Wełna celulozowa	Wełna szklana	Wełna szklana nowej generacji PureOne	Polistyren z dodatkiem grafitu	Polistyren tradycyjny
Wskaźnik emisji CO2 związanej z produkcją	kg/m3	127,20	52,80	39,60	31,20	24,96	32,76	32,76
Wskaźnik emisji CO2 związanej z transportem	kg/m3	7,98	14,00	10,90	8,94	8,94	6,30	6,30
Wskaźnik emisji CO2 związanej z produkcją i transportem	kg/m3	135,18	66,80	50,50	40,14	33,90	39,06	39,06

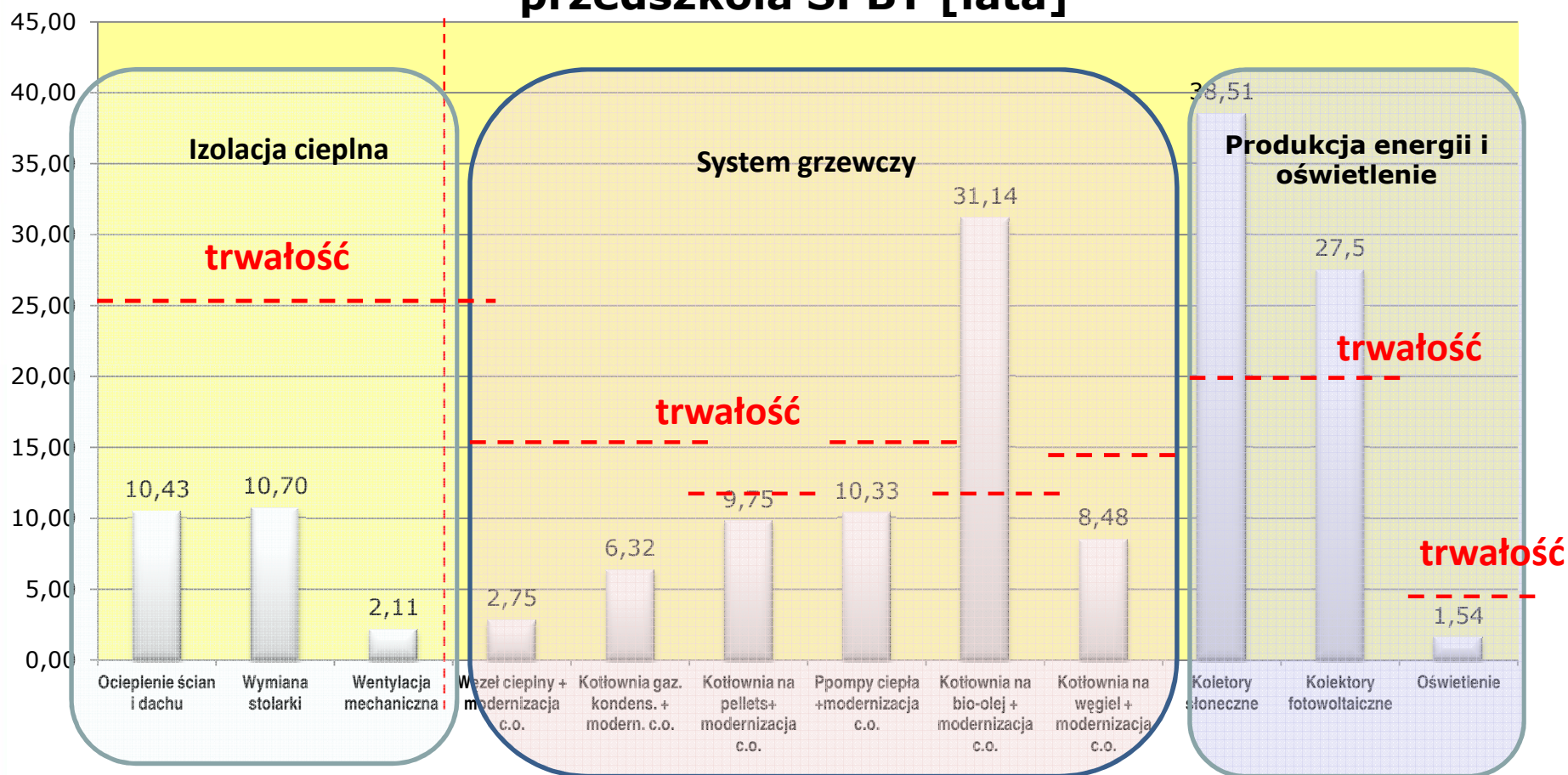
**Bilans emisji CO2 wynikająca z ocieplenie ścian i dachu oraz emisją związaną z produkcją materiału, transportem oraz termoizolacyjnego po pierwszym roku eksploatacji Mg**



## Zmiany emisji CO2 na etapie produkcji i eksploatacji budynku



## Ocena opłacalności rozwiązań niskowęglowych dla przedszkola SPBT [lata]





# **A MOŻE BUDOWNICTWO RACJONALE**

**Jeżeli energii zawiera również koszty  
oddziaływania na środowisko**





**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.**

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; ora 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;



## 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,

$\Delta O$  – 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

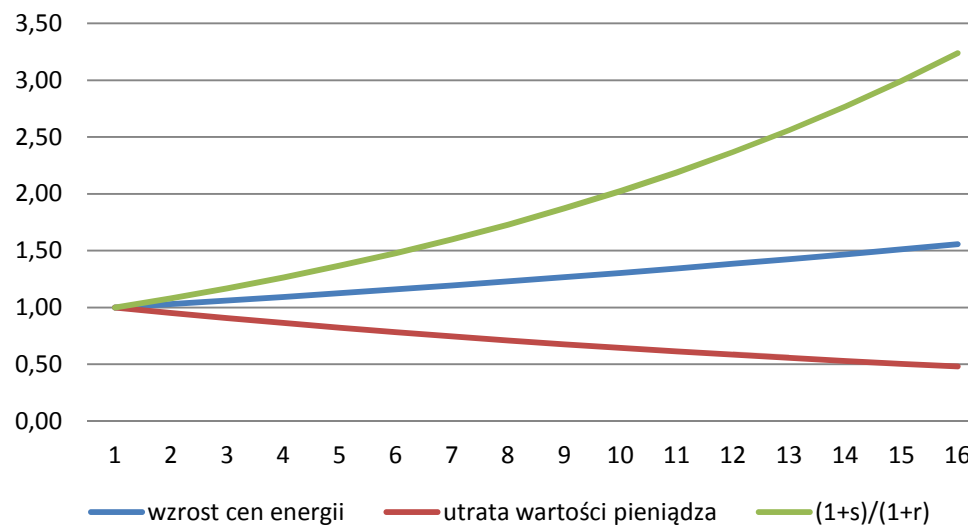
$\Delta E_0$  - roczne korzyści

$r$  – koszty pieniądza (stopa dyskonta lub inflacja)

$s$  – wzrost cen nośników energii ponad inflację

$i$  – czas ekspozycji

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



## Prognozowany realny wzrost cen nośników energii w stosunku do inflacji

Rok	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Gaz ziemny	59	60,69	62,42	64,2	66,04	67,92	69,86	71,86	73,91	76,03
Olej/propan	98	100,8	103,7	106,6	109,7	112,8	116	119,4	122,8	126,3
Węgiel - ciepłownia	45	46,29	47,61	48,97	50,37	51,81	53,29	54,81	56,38	57,99
Węgiel/drewno domy jednorodzinne	<b>33</b>	33,94	34,91	35,91	<b>36,94</b>	37,99	39,08	40,19	41,34	<b>42,52</b>
Elektrociepłownia	54	55,54	57,13	58,76	60,44	62,17	63,94	65,77	67,65	69,58
Pompa ciepła elektryczna	39,5	40,63	41,79	42,98	44,21	45,47	46,77	48,11	49,48	50,9
Pompa ciepła gazowa	36,1	37,14	38,2	39,3	40,42	41,57	42,76	43,98	45,24	46,53
Energia elektryczna	147	151,2	155,5	160	164,5	169,2	174,1	179	184,2	189,4
Biomasa-pelets	40,3	41,47	42,66	43,88	45,13	46,42	47,75	49,11	50,52	51,96
Biomasa-zrębki	37	38,06	39,14	40,26	41,41	42,6	43,81	45,07	46,35	47,68

Ceny ciepła w 2011 oraz realny wzrost cen nośników energii w okresie 2011 do 2020 przy założonych stałych wartościach  $s=5\%$  oraz  $r = 3\%$  w okresie 2011 do 2020.



**Dla minimalnego czasu ekspozycji  $i=10$  lat,  
 $s=5\%$ ,  $r=3\%$ , cenia ciepła 35 zł/GJ  
 Optymalne  $U$  dla ściany wynosi  $U_{opt} = 0,25$  W/m<sup>2</sup>K**

Grubość docieplenia [cm]	$\Delta R$ [m <sup>2</sup> *K/W]	$U_1$ [W/m <sup>2</sup> *K]	$\Delta U$ [W/m <sup>2</sup> *K]	$N_u$ [zł/m <sup>2</sup> ]	NPV [zł/m <sup>2</sup> ]
3	0,97	0,59	0,81	17	63,44
4	1,29	0,50	0,90	19	70,74
5	1,61	0,43	0,97	21	75,42
6	1,94	0,38	1,02	23	78,41
7	2,26	0,34	1,06	25	80,28
8	2,58	0,30	1,10	28	81,36
9	2,90	0,28	1,12	30	81,85
<b>10</b>	<b>3,23</b>	<b>0,25</b>	<b>1,15</b>	<b>32</b>	<b>81,89</b>
11	3,55	0,23	1,17	34	81,60
12	3,87	0,22	1,18	36	81,04
13	4,19	0,20	1,20	39	80,27
14	4,52	0,19	1,21	41	79,32
15	4,84	0,18	1,22	43	78,22
16	5,16	0,17	1,23	45	77,00
<b>Parametry zoptymalizowanej przegrody:</b>					
<b>10</b>	<b>3,23</b>	<b>0,25</b>	<b>1,15</b>	<b>32</b>	<b>81,89</b>



## Optymalne parametry izolacyjne

Energia ciepła	Typ przegrody: ŚCIANY	N-czas ekspozycji [lata]	średnia roczna stopa dyskonta w okresie N	średni roczny wzrost cen nośników energii w okresie N	NPV <sub>N</sub> [zł/m <sup>2</sup> ]	U1-wartość optymalna [W/m <sup>2</sup> K]
Gaz ziemny ciepło 60 zł/GJ	Ścian z elewacyjną cegłą klinkierową technologie tradycyjne (ściany wielowarstwowe)	<b>40</b>	<b>5%</b>	<b>3%</b>	<b>595</b>	<b>0,13</b>
	Ściana z elewacją z tynku cienkowarstwowego (system ETIKS, BSO)	<b>25</b>	<b>5%</b>	<b>8%</b>	<b>404</b>	<b>0,15</b>
Sieć ciepła, ciepło za 50 zł/GJ	Ścian z elewacyjną cegłą klinkierową technologie tradycyjne (ściany wielowarstwowe)	<b>40</b>	<b>5%</b>	<b>8%</b>	<b>484</b>	<b>0,140</b>
	Ściana z elewacją z tynku cienkowarstwowego (system ETIKS, BSO)	<b>25</b>	<b>5%</b>	<b>8%</b>	<b>484</b>	<b>0,170</b>



Energia ciepła	Typ przegrody: ŚCIANY	N-czas ekspozycji [lata]	średnia roczna stopa dyskonta w okresie N	średni roczny wzrost cen nośników energii w okresie N	NPV <sub>N</sub> [ zł/m <sup>2</sup> ]	U1- wartość optymalna [W/m <sup>2</sup> K]
węgiel kamienny, cena ciepła 40 zł/GJ	Ścian z elewacyjną cegłą klinkierową technologie tradycyjne (ściany wielowarstwowe)	<b>40</b>	<b>5%</b>	<b>8%</b>	<b>327</b>	<b>0,150</b>
	Ściana z elewacją z tynku cienkowarstwowego (system ETIKS, BSO)	<b>25</b>	<b>5%</b>	<b>8%</b>	<b>251</b>	<b>0,180</b>
Pompa ciepła, cena ciepła 35 zł/GJ	Ścian z elewacyjną cegłą klinkierową technologie tradycyjne (ściany wielowarstwowe)	<b>40</b>	<b>5%</b>	<b>8%</b>	<b>321</b>	<b>0,170</b>
	Ściana z elewacją z tynku cienkowarstwowego (system ETIKS, BSO)	<b>25</b>	<b>5%</b>	<b>8%</b>	<b>214</b>	<b>0,190</b>



## Stolarka budowlana-analiza opłacalności

U [W/m <sup>2</sup> K]	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,15	1,1	0,95	0,9	0,85	0,8
A [m <sup>2</sup> ]	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sd [stopniodni]	3686	3686	3686	3686	3686	3686	3686	3686	3686	3686	3686
Qw [GJ]	0,50	0,47	0,44	0,41	0,38	0,36	0,35	0,30	0,28	0,27	0,25
Qs [GJ]	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
koszt stolarki	415	425	435	450	460	470	485	530	545	600	630
cena ciepła [GJ]	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
<b>SPBT [lata]</b>	<b>10,4</b>	<b>10,3</b>	<b>10,1</b>	<b>10,0</b>	<b>9,9</b>	<b>9,9</b>	<b>10,0</b>	<b>12,5</b>	<b>12,6</b>	<b>13,6</b>	<b>14,0</b>
<b>NPV<sub>10</sub></b>	<b>252</b>	<b>271</b>	<b>290</b>	<b>304</b>	<b>323</b>	<b>327</b>	<b>327</b>	183	182	142	126
<b>NPV<sub>20</sub></b>	<b>1624</b>	<b>1702</b>	<b>1624</b>	<b>1855</b>	<b>1934</b>	<b>1968</b>	<b>1998</b>	1650	1680	1669	1683

**STOSOWANIE STOLARKI BUDOWALNEJ Z PRZESZKLIENIEM TRZYSZYBOWYM W BUDYNKACH  
JEDYNIIE OGRZEWANYCH JEST BŁĘDEM**

**Optymalizacja stwarza warunki dla wdrażania rozwiązań energetycznie uzasadnionych**





## Propozycja podziału na klasy energetyczne przegród budowlanych

Klasa energetyczna budynku	Klasa przegród	U ściany z mostkami maksimum	U dachu z mostkami maksimum	U okna maksimum	Ugr.z mostkami maksimum	U budynku z mostkami maksimum
		W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K
D	klasa przegród D	0,25	0,25	1,40	0,45	0,5
C	klasa przegród C	0,20	0,18	1,10	0,35	0,45
B	klasa przegród B	0,18	0,15	1,00	0,30	0,35
A	klasa przegród A	0,15	0,12	0,80	0,25	0,25
A+	klasa przegród A+	0,10	0,10	0,60	0,10	0,20





# POSZUKIWANIE ROZWIĄZAŃ OPTYMALNYCH I OPTYMALNEJ CHARAKTERYSTYKI

w wykorzystaniu programu

**Optima**









# ZIELEŃ A ENERGOCHŁONNOŚĆ



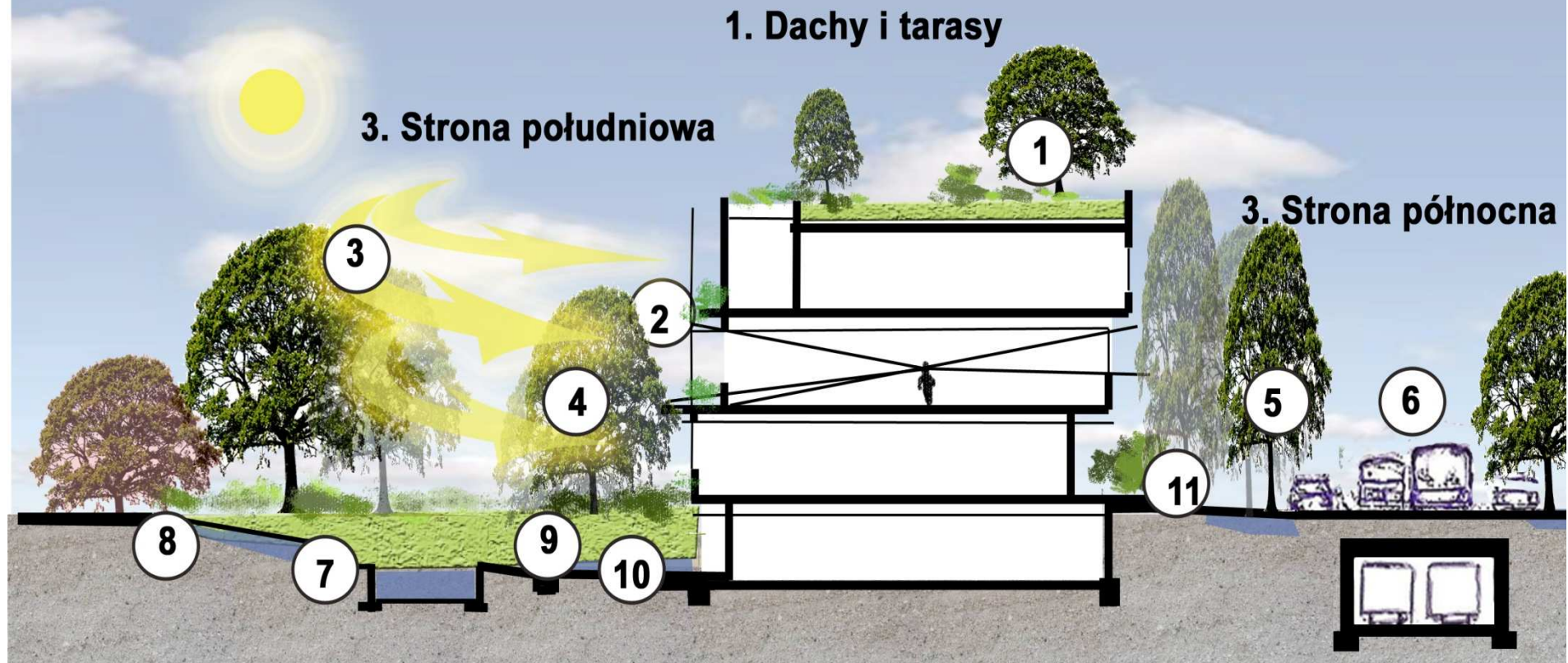


# WPŁYW ZILENI NA ENERGOOSZCZĘDNOŚĆ ORAZ REDUKCJĘ CO<sub>2</sub> W AGLOMERACJACH MIEJSKICH





**Cel: Podniesienie walorów ekologicznych w relacji budowla-roślina-gleba-woda dla stworzenia systemu, który chroni rodzimą ekologię i korzystnie wpływa na lokalny mikroklimat**



1. Roślinność dachów
2. Roślinność tarasów, balkonów i ścian
3. S- drzewa liściaste (ażurowość)
4. Letnie nawiewy
5. Osłona od zimowych wiatrów
6. Izolacja od hałasu i zanieczyszczeń

7. Zapobieganie erozji na skarpach
8. Zmniejszenie powierzchni litej (drogi i parkingi)
9. Wprowadzenie systemów retencyjnych (zbiornik)
10. Miejsce wśród zieleni dla lokalnej klimatyzacji
11. Stworzenie zachęty dla transportu zbiorowego i rowerów (ścieżki rowerowe i trasy piesze)

wg Tormenta i in., 1999, High Performance of Building Guinness, NYC/DDC





## Zielone ściany







## Zielone dachy





## **Korzyści z drzew na terenach zurbanizowanych**

- **Korzyści higieniczno- zdrowotne**
- **Korzyści klimatyczne i oszczędzanie energii na chłodzeniu przez stworzenie odpowiednich stref termicznych przed budynkiem i na elementach budynku**
- **Oszczędzanie energii zimą przez zwiększenie oporu przejmowania lub przez stworzenie przyściennej poduszki powietrznej słabo wentylowanej**
- **Korzyści hydrologiczne (ograniczanie spływu wód opadowych i ochrona wód podziemnych)**
- **Ograniczenie hałasu**
- **Korzyści społeczne**
- **Korzyści ekonomiczne**







## **Drzewa oczyszczają powietrze**

Drzewa redukują zanieczyszczenia pyłowe i gazowe znajdujące się w powietrzu oraz pochłaniają dwutlenek węgla wydalając życiodajny tlen, przy czym efektywność dużych drzew jest 70 do 80 razy większa, niż małych.

Na ulicy bezdrzewnej może być trzykrotnie więcej pyłów w powietrzu, niż na ulicy zadrzewionej i dziesięciokrotnie więcej niż w pobliskim parku.

Obliczono, że w Chicago, drzewa usunęły w ciągu sezonu wegetacyjnego 5575 ton zanieczyszczeń i wbudowała do swoich tkanek 940 tys. ton węgla pobranego z powietrza. Wartość tej „pracy” wyniosła ponad 9 ml dolarów.

W Waszyngtonie ilości usuniętych zanieczyszczeń były czterokrotnie większe, przy wartości substytucyjnej wynoszącej 49 tysięcy dolarów.



## Regulacja temperatury przez drzewa - transpiracja

- Drzewa w procesie fotosyntezy zużywają tylko niewielką część energii słonecznej. Pozostałą energię (około 70 - 90%) wykorzystują podczas procesu transpiracji, czego wynikiem jest ochładzające działanie drzew.
- Efekt ochładzający drzew jest znaczący np. duży klon srebrzysty. w gorące letnie popołudnie może wyparować ponad 265 litrów wody w ciągu godziny. „Pracę” takiego dużego drzewa przyrównano do wydajności pięciu przeciętnej wielkości domowych klimatyzatorów.
- Zbadano, iż podczas słonecznego dnia w sierpniu, gdy w bezdrzewnej ulicy temperatura powietrza wynosiła 42,2 o C, w sąsiednim parku zanotowano tylko 30 o C.
- **Zastosowanie zielonych pnączy na zewnętrznej powierzchni przegród ma wpływ na poprawę izolacyjności termicznej, poprawa izolacji może sięgnąć 2% - 6% w zależności od rodzaju rośliny, intensywności części zielonej oraz zachowania**

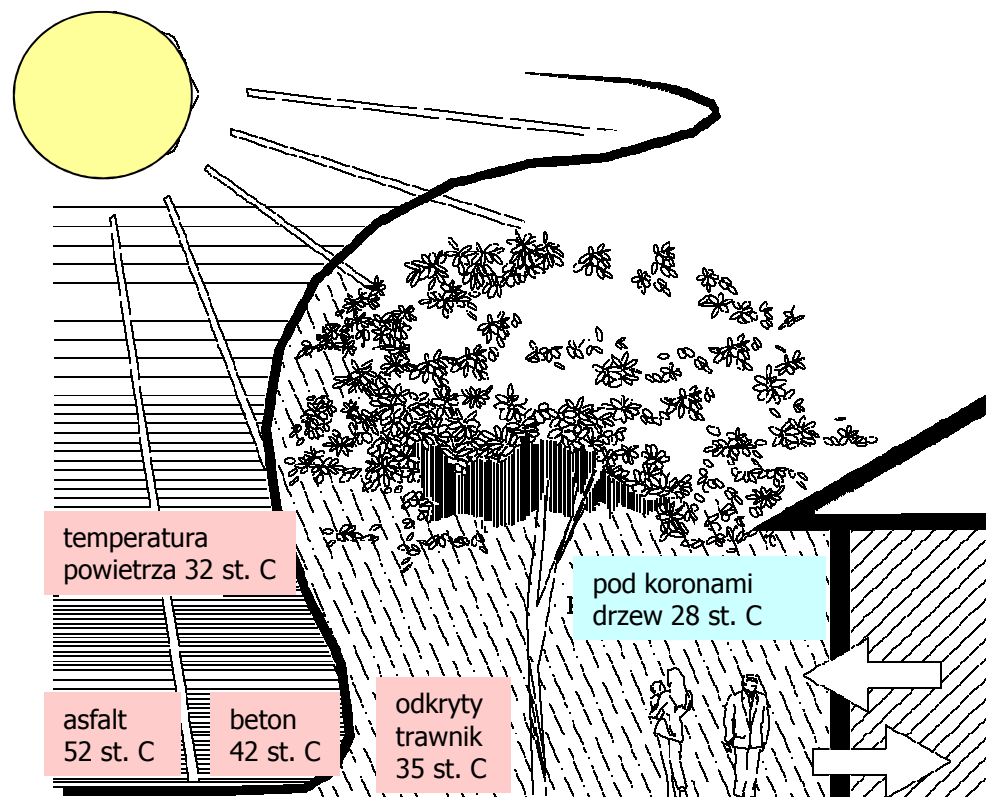


## Drzewa ograniczają spływ wód opadowych

- Możliwość magazynowania wody w obrębie korony dużego drzewa określa się na 280 do 450 litrów.
- Drzewa redukują natężenie i szybkość spływu powierzchniowego, co wpływa na zmniejszenie ryzyka powodzi. Drzewa, zwłaszcza szybko rosnące, mają zdolności detoksyfikacyjne i oczyszczają wodę m.in. z metali ciężkich.
- Pokrycie koronami drzew redukuje spływ wód opadowych, co wpływa na oszczędność instalacji burzowych od 7 do 12%, na dużych obszarach nawet do 4,7 miliardów dol. (w rejonie Baltimore-Waszyngton, USA). dane wg *American Foresters, 2000.*



## Wpływ drzew na ochładzanie klimatu



Podczas gorącego letniego dnia przy temp. powietrza 32 C, płyty chodnika są nagrzane do 42 C, a nawierzchnia asfaltowa do 52 C. Pod koronami pobliskich drzew, przy nawodnionym trawniku temperatura wynosi 28 C .*Somonds, 1978*





**Zwiększanie powierzchni zieleni zwiększa komfort klimatyczny otoczenia oraz w samym budynku. Proponuje się wykonywanie odpowiednich nasadzeń wokół budynków oraz dla zwiększenia powierzchni na dachach oraz ścianach**

Użytki rolne w ha we Wrocławiu	12 900
Lasy i zadrzewienia w ha	1670
Tereny rekreacyjne w ha	1700
<b>RAZEM w ha</b>	<b>16270</b>
Pochłanianie Co2 w tonach	74679,3
Średnia emisja CO2 ton/1 mieszkańca w Polsce	8,34
Usredniona ilość CO2 we Wrocławiu	5 270 880
<b>Udział procentowy redukcji emisji przez zieleń</b>	<b>1,41 %</b>

**Jednostkowy koszt redukcji CO2 [zł/Mg]**

**871,46**

