



# Analizy opłacalności stosowania energii odnawialnych

Łukasz Dobrzański

Dolnośląska Agencja Energii i Środowiska





## Plan prezentacji

- Wymagania prawne:
  - Dyrektywa 2002/91/EC -> 2010/31/UE
  - Prawo budowlane + RMI
- Narzędzie analizy – optymalizacja
- Przykładowa analiza:
  - Ekonomiczna
  - Ekologiczna
- Podsumowanie i wnioski

**CERT**  
OPTYMALIZACJA





## **Dyrektywa 2002/91/EC**

- Niniejsza dyrektywa ustanawia wymagania dotyczące:
  - charakterystyki energetycznej nowych budynków oraz dużych budynków istniejących, podlegających większej renowacji
  - certyfikatu energetycznego budynków
  - regularnej kontroli kotłów i systemów klimatyzacji w budynkach oraz dodatkowej oceny instalacji grzewczych, w których kotły mają więcej jak 15 lat
- Jakość energetyczna budynków powinna ujmować, poza izolacją termiczną, także inne czynniki mogące mieć istotne znaczenie, takie jak:
  - instalacje ogrzewania, klimatyzacji,
  - **zastosowanie energii ze źródeł odnawialnych,**
  - **produkcję energii w skojarzeniu (CHP)**





## **Dyrektywa 2002/91/EC**

### Artykuł 5 – Budynki nowo wznoszone

Dla budynków nowo wznoszonych o powierzchni użytkowej powyżej 1000m<sup>2</sup>, Kraje Członkowskie powinny zadbać o to, żeby systemy technicznego wyposażenia budynku, jak też **alternatywne systemy zaopatrzenia w energię**, takie jak:

- zdecentralizowany system zaopatrzenia w energię produkowaną ze źródeł odnawialnych;
- skojarzona produkcja energii i ciepła (CHP);
- bezpośrednie lub blokowe ogrzewanie/chłodzenie, jeśli ma zastosowanie;
- pompy ciepła, w uzasadnionych przypadkach;

były **realne z punktu widzenia środowiska i ekonomii**, oraz żeby ich zastosowanie było **analizowane jeszcze przed rozpoczęciem budowy**.





## Dyrektywa 2010/31/UE

- W maju 2010 znowelizowano dyrektywę UE w sprawie jakości energetycznej budynków (w życie weszła w lipcu)
- Główne zmiany:
  - Wszystkie budynki budowane po 31 grudnia 2020 r. (budynki użyteczności publicznej po 31 grudnia 2018 r.) będą musiały spełniać wysokie standardy energooszczędności (chodzi o budynki zero energetyczne lub zbliżone do zero energetycznych)
  - Ponadto **budynki powinny być zasilane w dużej mierze przez energię odnawialną**, jeżeli będzie to uzasadnione ekonomicznie
- Należy spodziewać się, że w najbliższym czasie dojdzie do nowelizacji prawa budowlanego





## **Racjonalizacja użytkowania energii w Prawie Budowlanym**

**Art. 5. 1.** 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**





## **RMI z dnia 3 lipca 2003 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (zm. 6.11.2008)**

2. Opis techniczny, o którym mowa w ust. 1, sporządzony z uwzględnieniem § 7, powinien określać:
  - 9) charakterystykę energetyczną obiektu budowlanego, opracowaną zgodnie z przepisami dotyczącymi metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno – użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej, z wyjątkiem obiektów wymienionych w art. 20 ust. 3 pkt 2, określającą w zależności od potrzeb:
    - a) bilans mocy urządzeń elektrycznych oraz urządzeń zużywających inne rodzaje energii, stanowiących jego stałe wyposażenie budowlano - instalacyjne, z wydzieleniem mocy urządzeń służących do celów technologicznych związanych z przeznaczeniem budynku,
    - b) w przypadku budynku wyposażonego w instalacje ogrzewcze, wentylacyjne, klimatyzacyjne lub chłodnicze - właściwości cieplne przegród zewnętrznych, w tym ścian pełnych oraz drzwi, wrót, a także przegród przezroczystych i innych,
    - c) parametry sprawności energetycznej instalacji ogrzewczych, wentylacyjnych, klimatyzacyjnych lub chłodniczych oraz innych urządzeń mających wpływ na gospodarkę energetyczną obiektu budowlanego,
    - d) dane wykazujące, że przyjęte w projekcie architektoniczno - budowlanym rozwiązania budowlane i instalacyjne spełniają wymagania dotyczące oszczędności energii zawarte w przepisach techniczno - budowlanych;





## **RMI z dnia 3 lipca 2003 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (zm. 6.11.2008)**

2. Opis techniczny, o którym mowa w ust. 1, sporządzony z uwzględnieniem § 7, powinien określać:
- 10) w stosunku do budynku o powierzchni użytkowej, większej niż 1000 m<sup>2</sup>, określonej zgodnie z Polskimi Normami dotyczącymi właściwości użytkowych w budownictwie oraz określania i obliczania wskaźników powierzchniowych i kubaturowych – **analizę możliwości racjonalnego wykorzystania pod względem technicznym, ekonomicznym i środowiskowym, odnawialnych źródeł energii**, takich jak:
- energia geotermalna,
  - energia promieniowania słonecznego,
  - energia wiatru,
- a także możliwości zastosowania
- skojarzonej produkcji energii elektrycznej i ciepła oraz
  - zdecentralizowanego systemu zaopatrzenia w energię w postaci bezpośredniego lub blokowego ogrzewania;







## 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**





## SPBT – prosty czas zwrotu

$$SPBT = \frac{N}{\sum_n \Delta O_r} \text{ [lata]}$$

$$\Delta O_r = \left( \frac{x_0 w_{t0} w_{d0} Q_0 O_{0z}}{\eta_0} - \frac{x_1 w_{t1} w_{d1} Q_1 O_{1z}}{\eta_1} \right) + 12(y_0 q_{0m} O_{0m} - y_1 q_{1m} O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1) \left[ \frac{\text{zł}}{\text{rok}} \right]$$





## Przykład – nowo projektowana szkoła

### 1.1. Podział powierzchni

Powierzchnia użytkowa mieszkalna	0,00 m <sup>2</sup>
Powierzchnia użytkowa niemieszkalna (ogrzewana)	4344,82 m <sup>2</sup>
Liczba użytkowników ogrzewanej części budynku	544,0

### 1.2. Przestrzeń ogrzewana wentylowana

	Użytkowa	Usługowa	Ruchu	Razem
Powierzchnia [m <sup>2</sup> ]	4344,82	200,37	1512,92	6058,11
Kubatura [m <sup>3</sup> ]	19816,77	579,51	4784,63	25180,91

### 1.3. Zwartość

Powierzchnia przegród zewnętrznych (A)	9765,61 m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana (V <sub>e</sub> )	36512,32 m <sup>3</sup>
Wskaźnik zwartości (A/V <sub>e</sub> )	0,27 1/m





## Przykład – nowo projektowana szkoła

### 2.1. Przegrody nieprzezroczyste

Rodzaj przegrody	U [W/m <sup>2</sup> K]	A [m <sup>2</sup> ]	Htr przegrody [W/K]	Htr mostków liniowych [W/K]	Htr łączne [W/K]	fRsi**
dach	0,240	1131,76	271,62	0,00	271,62	0,98*
podłoga na gruncie	0,207*	1998,76	161,02	0,00	161,02	0,96*
strop nad przejazdem	0,257	97,44	25,04	0,00	25,04	0,96*
strop przy przepływie ciepła z góry do dołu	0,335	227,64	38,13	0,00	38,13	0,94*
stropodach	0,192	1662,74	319,25	0,00	319,25	0,98*
stropodach	0,204	7,99	1,63	0,00	1,63	0,98*
ściana w gruncie	0,221*	259,48	21,38	0,00	21,38	0,97*
ściana zewnętrzna	0,223	2091,15	466,33	254,56	720,89	0,97*
ściana zewnętrzna	0,271	198,21	53,71	28,12	81,83	0,96*
ściana zewnętrzna	0,273	290,45	79,29	0,00	79,29	0,96*
RAZEM	0,221*	7965,62	1437,40	282,68	1720,08	0,97*

\* Wartość średnioważona po powierzchni

\*\* Ryzyko zagrzybienia nie występuje dla fRsi > 0,72

### 2.2. Przegrody przezroczyste

L.p.	U [W/m <sup>2</sup> K]	gc	A [m <sup>2</sup> ]	Htr otworu [W/K]	Htr mostków liniowych [W/K]	Htr łączne [W/K]
1	1,100	0,67	1584,33	1742,76	26,32	1769,08
2	2,600	0,00	6,51	16,93	1,24	18,17
RAZEM	1,106*	0,67*	1590,84	1759,69	27,56	1787,25

\* Wartość średnioważona po powierzchni





## Przykład – nowo projektowana szkoła

CERTO - źródło - Szkoła Podstawowa

**Dolnośląska Agencja Energii i Środowiska**

Parametry źródła

Producent: inny / nieznanym

Nośnik energii końcowej: kogeneracja - węgiel kamienny

Współczynnik nakładu: 0,8

Nazwa: węzeł cieplny

Identyfikator:

Udział: 100 %

Sprawność wytworzenia

Średnioroczna (obliczeniowa): 99 %

Spr. akumulacji i transportu - obliczeniowe:

Sprawność akumulacji: 100 %

Sprawność transportu: 97 %

Sprawność regulacji i wykorzystania: 97 %

CERTO - źródło - Szkoła Podstawowa

**Dolnośląska Agencja Energii i Środowiska**

Parametry źródła

Producent: inny / nieznanym

Nośnik energii końcowej: kogeneracja - węgiel kamienny

Współczynnik nakładu: 0,8

Nazwa: węzeł cieplny

Identyfikator:

Udział: 100 %

Sprawność wytworzenia

Średnioroczna (obliczeniowa): 92 %

Spr. akumulacji i transportu - obliczeniowe:

Sprawność akumulacji: 85 %

Sprawność transportu: 60 %

Temperatura wody: 55 °C





## Przykład – nowo projektowana szkoła

### 5. Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzewanie i wentylację

Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzewanie i wentylację, QH,nd	759103,14 kWh/rok
Zyski ciepła od słońca	357127,72 kWh/rok
Zyski ciepła wewnętrzne	833547,47 kWh/rok
Zyski ciepła razem	1190675,19 kWh/rok
Straty ciepła przez przenikanie	350372,37 kWh/rok
Straty ciepła na wentylację	1338107,96 kWh/rok
Straty ciepła razem	1688480,33 kWh/rok

#### 5.1. Instalacja c.o.

Zapotrzebowanie energii końcowej na ogrzewanie i wentylację, QK,H	814933,41 kWh/rok
Zapotrzebowanie energii pierwotnej na ogrzewanie i wentylację, QP,H	651946,73 kWh/rok
Całkowita średnia sprawność źródeł ciepła na ogrzewanie, $\eta_{H,tot}$	0,93
Średni współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na ogrzewanie w	0,80

#### 5.2. Projektowe obciążenie cieplne

Projektowe obciążenie cieplne	545,33 kW
-------------------------------	-----------





## Przykład – nowo projektowana szkoła

### 6. Zapotrzebowanie na ciepło na ciepłą wodę użytkową

Zapotrzebowanie na ciepło na ciepłą wodę użytkową, $Q_{W,nd}$	45815,14 kWh/rok
---	------------------

#### 6.1. Instalacja c.w.u.

-

Zapotrzebowanie energii końcowej do podgrzania ciepłej wody, $Q_{K,W}$	97645,22 kWh/rok
Zapotrzebowanie energii pierwotnej do podgrzania ciepłej wody, $Q_{P,W}$	78116,17 kWh/rok
Całkowita średnia sprawność źródeł ciepła na c.w.u. $\eta_{W,tot}$	0,47
Średni współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na c.w.u., $W$	0,80

#### 6.2. Średnie zapotrzebowanie na moc do przygotowania c.w.u.

Średnie zapotrzebowanie na moc do przygotowania c.w.u.	113,97 kW
--	-----------





## Przykład – nowo projektowana szkoła

### 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)]	125,30	-	7,56	-	-	132,87
Udział [%]	94,31	-	5,69	-	-	100,00

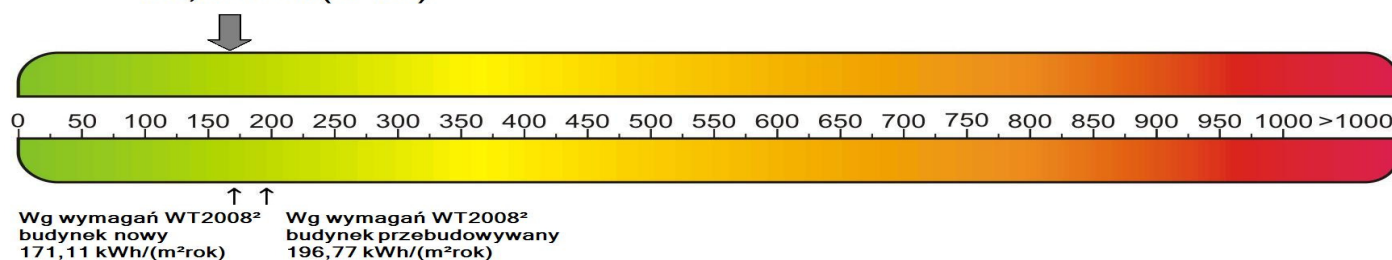
### 9.2. Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową

	Ogrzewanie i wentylacja	Chłodzenie	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze	Oświetlenie wbudowane	Suma
Wartość [kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	134,52	-	16,12	6,67	8,29	165,60
Udział [%]	81,23	-	9,73	4,03	5,01	100,00

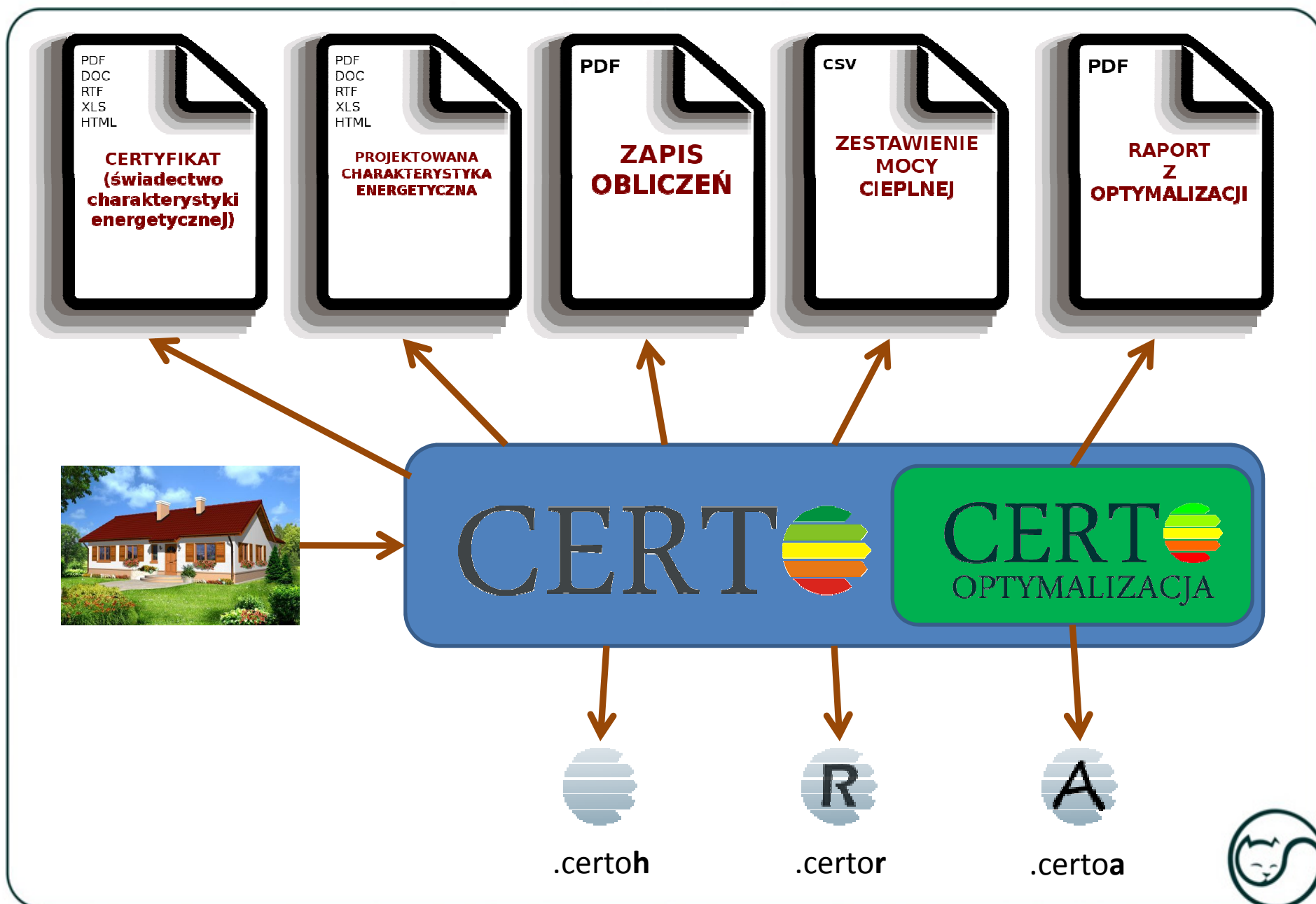
### 9.3. Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną

	Ogrzewanie i wentylacja	Chłodzenie	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze	Oświetlenie wbudowane	Suma
Wartość [kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	107,62	-	12,89	20,00	24,88	165,39
Udział [%]	65,07	-	7,80	12,09	15,04	100,00

EP - budynek oceniany  
165,39 kWh/(m<sup>2</sup>rok)









# CERT

## OPTYMALIZACJA

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





## Koszty ciepła – stan aktualny

CERTO - koszty ciepła

Rodzaj źródła  
 ciepłownia  lokalna kotłownia  kolektor słoneczny

Przerwy w ogrzewaniu  
Dobowe:  Tygodniowe:

Ciepłownia  
Koszty zmienne:  zł/GJ  
Koszty stałe:  zł/(MW\*m-c)  
Abonament:  zł/m-c

### Źródła ciepła na c.o. i wentylację

Nazwa	Id	Nośnik energii	Rodzaj	QK,H [GJ/a]	Oz [zł/GJ]	Moc [kW]	Om [zł/(MW*mc)]	Ab [zł/mc]
węzeł ciepły		kogeneracja - ...	Ciepłownia	2933,76	43,19	545,41	7860,59	0,00

### Źródła ciepła na c.w.u.

Nazwa	Id	Nośnik energii	Rodzaj	QK,W [GJ/a]	Oz [zł/GJ]	Moc [kW]	Om [zł/(MW*mc)]	Ab [zł/mc]
węzeł ciepły		kogeneracja - ...	Ciepłownia	351,52	43,19	113,97	7860,59	0,00





## Biomasa – kocioł na pellets

Nośnik energii	w	$\eta$ wytw. [%]	$\eta$ akumul. [%]	$\eta$ trans. [%]	$\eta$ reg. i wyk. [%]
biomasa	0,20	88	100	97	97

**Paliwo**

Rodzaj:

Nazwa:

Wartość opałowa:  GJ/t

**Dane niezależne od rodzaju paliwa**

Koszty zmienne [zł/rok]		Koszty stałe [zł/rok]	
Energia elektr.:	<input type="text" value="400"/>	Osobowe:	<input type="text" value="16000"/>
Emisja:	<input type="text" value="0"/>	Amortyzacja:	<input type="text" value="0"/>
Pozostałe:	<input type="text" value="0"/>	Remonty:	<input type="text" value="2500"/>
Inne:	<input type="text" value="0"/>	Finansowe:	<input type="text" value="0"/>
		Ogólne:	<input type="text" value="0"/>
		Inne:	<input type="text" value="0"/>

**Dane zależne od rodzaju paliwa**

Cena paliwa:  zł/t

Zakup paliwa:  zł/rok

Transport paliwa:  zł/rok





## Biomasa – kocioł na słomę

Nośnik energii	w	$\eta$ wytw. [%]	$\eta$ akumul. [%]	$\eta$ trans. [%]	$\eta$ reg. i wyk. [%]
biomasa	0,20	80	95	97	97

Paliwo

Rodzaj:

Nazwa:

Wartość opałowa:  GJ/t

Dane niezależne od rodzaju paliwa

Koszty zmienne [zł/rok]		Koszty stałe [zł/rok]	
Energia elektr.:	<input type="text" value="320"/>	Osobowe:	<input type="text" value="64000"/>
Emisja:	<input type="text" value="0"/>	Amortyzacja:	<input type="text" value="0"/>
Pozostałe:	<input type="text" value="0"/>	Remonty:	<input type="text" value="2060"/>
Inne:	<input type="text" value="0"/>	Finansowe:	<input type="text" value="0"/>
		Ogólne:	<input type="text" value="14000"/>
		Inne:	<input type="text" value="0"/>

Dane zależne od rodzaju paliwa

Cena paliwa:  zł/t

Zakup paliwa:  zł/rok

Transport paliwa:  zł/rok





## Biomasa – kocioł na zrębki

Nośnik energii	w	$\eta$ wytw. [%]	$\eta$ akum. [%]	$\eta$ trans. [%]	$\eta$ reg. i wyk. [%]
biomasa	0,20	80	95	97	97

Paliwo

Rodzaj:

Nazwa:

Wartość opałowa:  GJ/t

Dane niezależne od rodzaju paliwa

Koszty zmienne [zł/rok]		Koszty stałe [zł/rok]	
Energia elektr.:	<input type="text" value="320"/>	Osobowe:	<input type="text" value="48000"/>
Emisja:	<input type="text" value="0"/>	Amortyzacja:	<input type="text" value="0"/>
Pozostałe:	<input type="text" value="0"/>	Remonty:	<input type="text" value="2060"/>
Inne:	<input type="text" value="0"/>	Finansowe:	<input type="text" value="0"/>
		Ogólne:	<input type="text" value="6000"/>
		Inne:	<input type="text" value="0"/>

Dane zależne od rodzaju paliwa

Cena paliwa:  zł/t

Zakup paliwa:  zł/rok

Transport paliwa:  zł/rok





## Pompa ciepła

Nośnik energii	w	$\eta$ wytw. [%]	$\eta$ akum. [%]	$\eta$ trans. [%]	$\eta$ reg. i wyk. [%]
energia elektryczna - produkcja...	3,00	400	98	97	97

**Paliwo**

Rodzaj:

Nazwa:

Wartość opałowa:  GJ/kWh

**Dane niezależne od rodzaju paliwa**

Koszty zmienne [zł/rok]		Koszty stałe [zł/rok]	
Energia elektr.:	<input type="text" value="340"/>	Osobowe:	<input type="text" value="1000"/>
Emisja:	<input type="text" value="0"/>	Amortyzacja:	<input type="text" value="0"/>
Pozostałe:	<input type="text" value="0"/>	Remonty:	<input type="text" value="3000"/>
Inne:	<input type="text" value="0"/>	Finansowe:	<input type="text" value="0"/>
		Ogólne:	<input type="text" value="500"/>
		Inne:	<input type="text" value="0"/>

**Dane zależne od rodzaju paliwa**

Grupa taryfowa:

Taryfa:

Opłata systemowa:  zł/kWh

Stawka sieciowa:  zł/kWh

zł/(kW\*m-c)





## Kolektory słoneczne

Nośnik energii	w	$\eta$ wytw. [%]	$\eta$ akum. [%]	$\eta$ trans. [%]	Temp. [°C]
kogeneracja - węgiel kamienny	0,80	92	85	60	55
kolektor słoneczny termiczny	0,00	60	85	80	55

### Kolektor słoneczny

Koszty zmienne:	<input type="text" value="2,7"/>	zł/GJ
Koszty stałe:	<input type="text" value="0"/>	zł/(MW*m-c)
Abonament:	<input type="text" value="0"/>	zł/m-c

Nośnik energii	Udział [%]
kogeneracja - węgiel kamienny	68
kolektor słoneczny termiczny	32





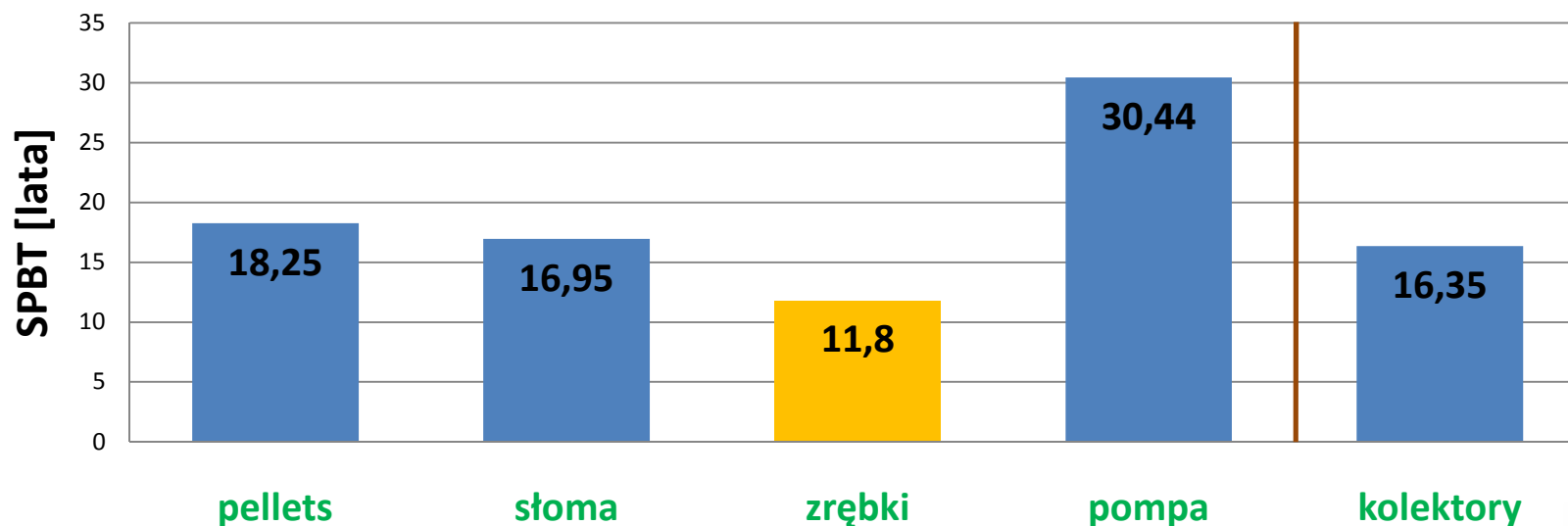


## Efekt ekonomiczny – opłacalność

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

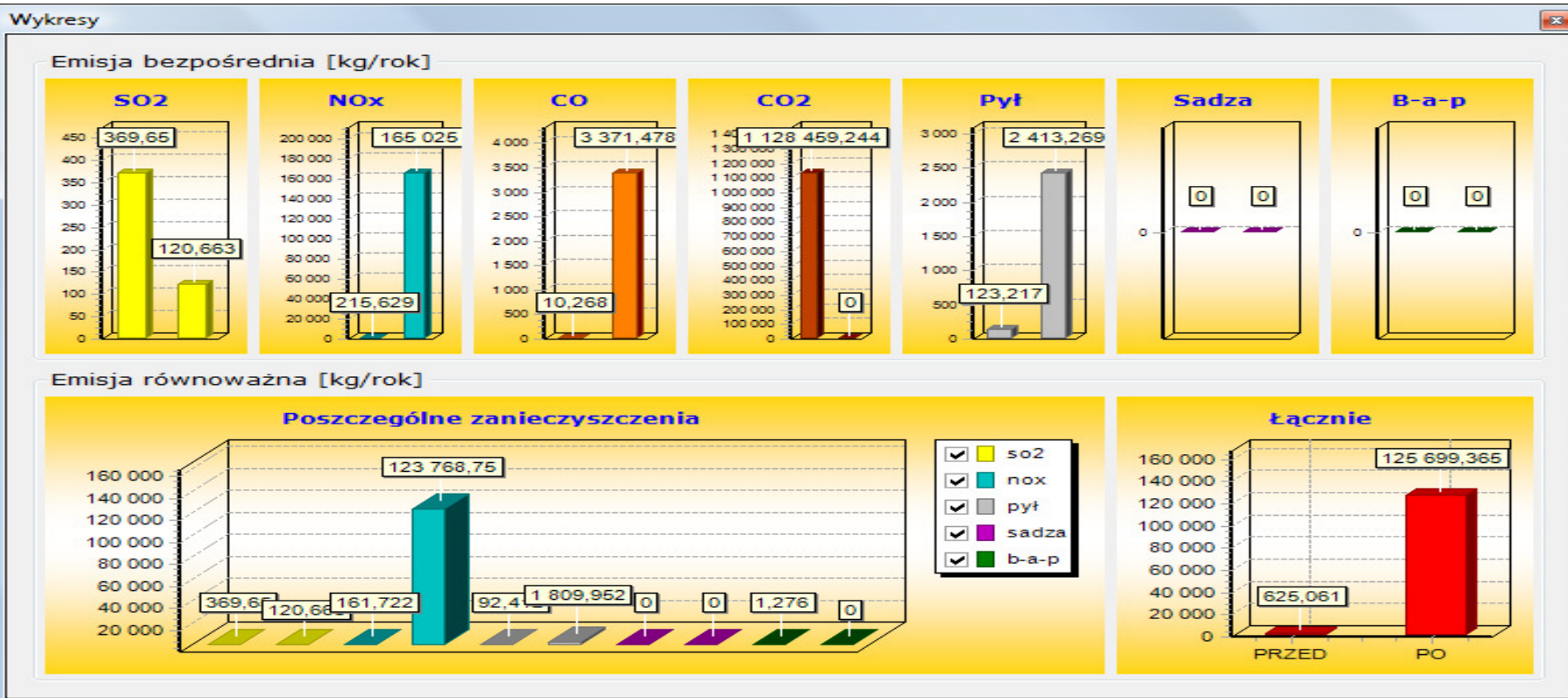
Nazwa	QK,H [GJ/a]	Oz [zł/GJ]	Moc [kW]	Om [zł/(MW*mc)]	Ab [zł/mc]	$\eta$ [%]	Nakłady [zł]	SPBT [a]
<b>Kolektory słoneczne</b>	<b>366,83</b>	<b>28,97</b>	<b>113,97</b>	<b>5345,20</b>	<b>0,00</b>	<b>45</b>	<b>130740,08</b>	<b>16,35</b>

### SPBT





## Biomasa – kocioł na pellets



- Wsk. kosztu redukcji CO<sub>2</sub> = 766,55 zł/Mg
- Wsk. kosztu redukcji emisji równoważnej = -6916,05 zł/Mg





## Emisja równoważna

Emisja równoważna, czyli zastępcza, jest to wielkość ogólna emisji zanieczyszczeń pochodzących z określonego (ocenianego) źródła zanieczyszczeń, która to wielkość ogólna wynika z zsumowania wielkości rzeczywistych emisji poszczególnych rodzajów zanieczyszczeń pochodzących z tego źródła pomnożonych przez ich współczynniki toksyczności, zgodnie ze wzorem:

$$E_r = \sum E_t * K_t$$

gdzie:

$E_r$  - emisja równoważna źródeł emisji

$E_t$  - emisja rzeczywista zanieczyszczenia o indeksie t

$K_t$  - współczynnik toksyczności zanieczyszczenia o indeksie t, który to współczynnik wyraża stosunek dopuszczalnej średniorocznej wartości stężenia dwutlenku siarki  $e_{SO_2}$  do dopuszczalnej średniorocznej wartości danego zanieczyszczenia  $e_t$ , co można określić wzorem:

$$K_t = e_{SO_2} / e_t$$





## Emisja równoważna

Wytyczne dotyczące przygotowania studiów wykonalności w zakresie systemów ochrony powietrza (26.04.2004) definiują pojęcie współczynnika toksyczności w oparciu o nieaktualne rozporządzenie:

„Współczynnik toksyczności zanieczyszczeń traktowane są jako stałe, gdyż są ilorazami wielkości określonych w Rozporządzeniu MOŚZNIL z dnia 28 kwietnia 1998r. w sprawie dopuszczalnych wartości stężeń substancji zanieczyszczających powietrze.”

W związku z powyższym współczynniki toksyczności zanieczyszczeń określono w oparciu o obowiązujące Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 5.12.2002r. w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. nr 1/2003 poz. 12).

$$K_{SO_2} = 30 \text{ mg/m}^3 : 30 \text{ mg/m}^3 = 1,0$$

$$K_{NO_x} = 30 \text{ mg/m}^3 : 40 \text{ mg/m}^3 = 0,75$$

$$K_{CO} = 30 \text{ mg/m}^3 : \text{nie określone} = \text{nie określone}$$

$$K_{CO_2} = 30 \text{ mg/m}^3 : \text{nie określone} = \text{nie określone}$$

$$K_{pył} = 30 \text{ mg/m}^3 : 40 \text{ mg/m}^3 = 0,75$$

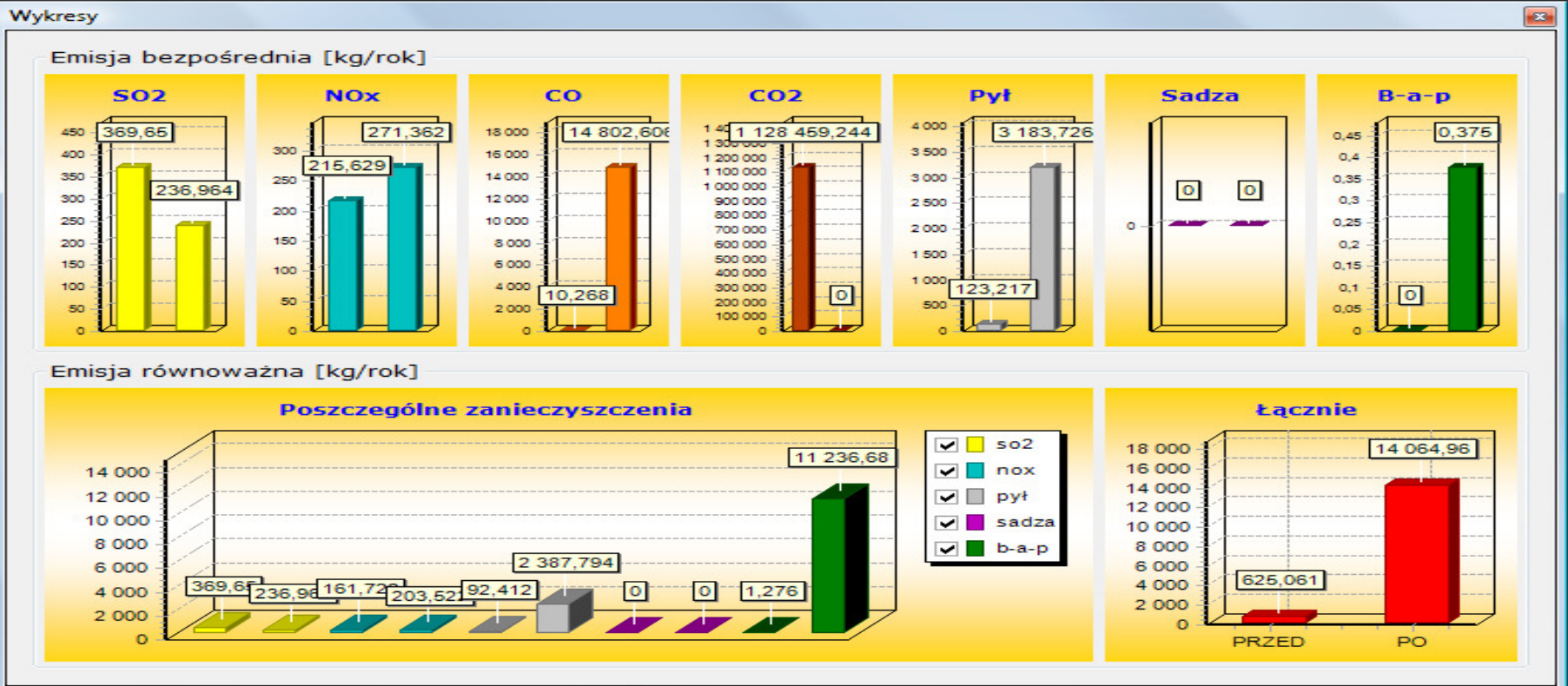
$$K_{Sadza} = 30 \text{ mg/m}^3 : 8 \text{ mg/m}^3 = 3,75$$

$$K_{Benzo(a)piren} = 30 \text{ mg/m}^3 : 0,001 \text{ mg/m}^3 = 30000$$





# Biomasa – kocioł na słomę



- Wsk. kosztu redukcji CO<sub>2</sub> = 619,14 zł/Mg
- Wsk. kosztu redukcji emisji równoważnej = -51984,69 zł/Mg



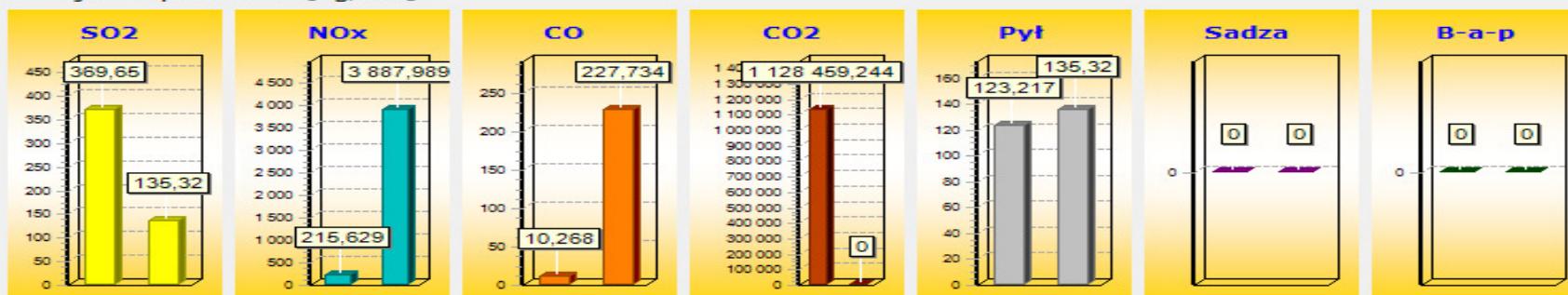


## Biomasa – kocioł na zrębki

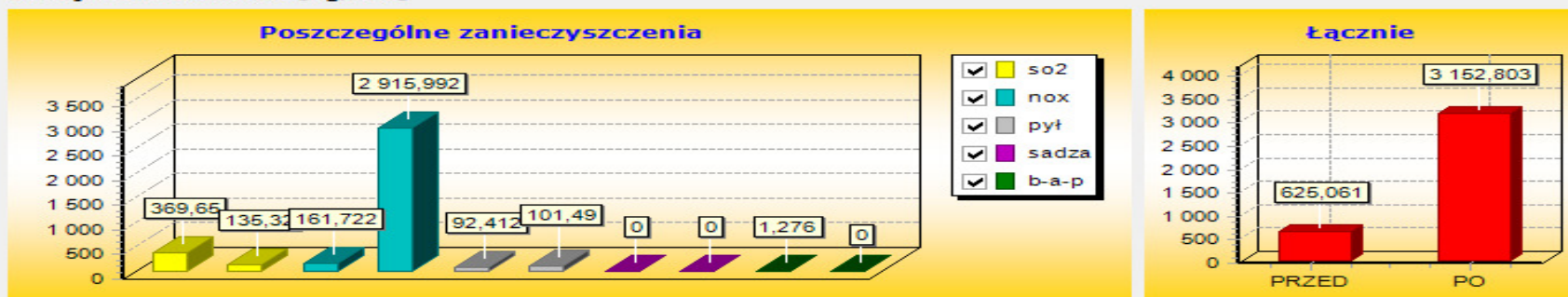


Wykresy

Emisja bezpośrednia [kg/rok]



Emisja równoważna [kg/rok]



- Wsk. kosztu redukcji CO<sub>2</sub> = 630,93 zł/Mg
- Wsk. kosztu redukcji emisji równoważnej = -281166,00 zł/Mg

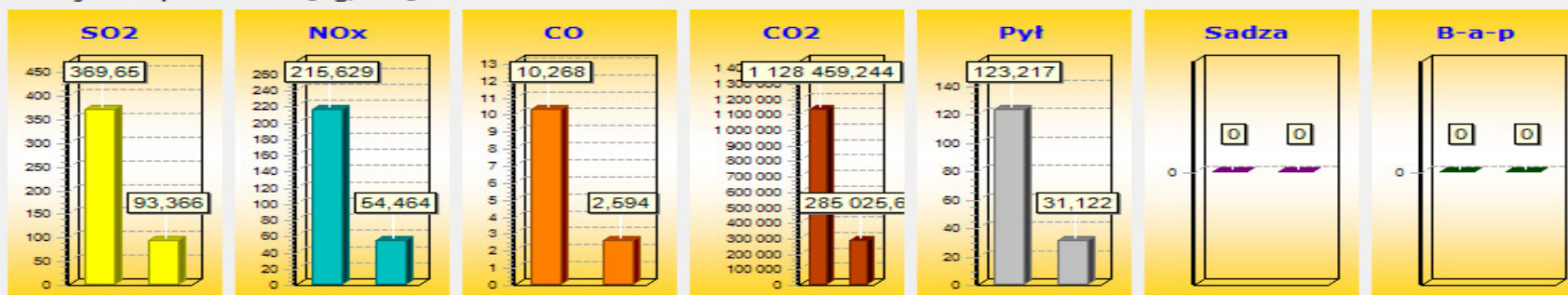




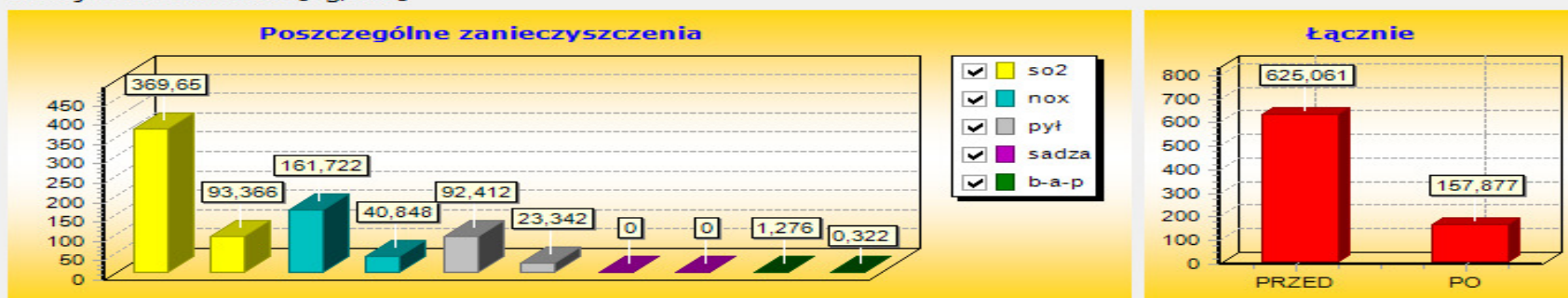
# Pompa ciepła

Wykresy

Emisja bezpośrednia [kg/rok]



Emisja równoważna [kg/rok]



- Wsk. kosztu redukcji CO<sub>2</sub> = 2169,70 zł/Mg
- Wsk. kosztu redukcji emisji równoważnej = 3917094,13 zł/Mg

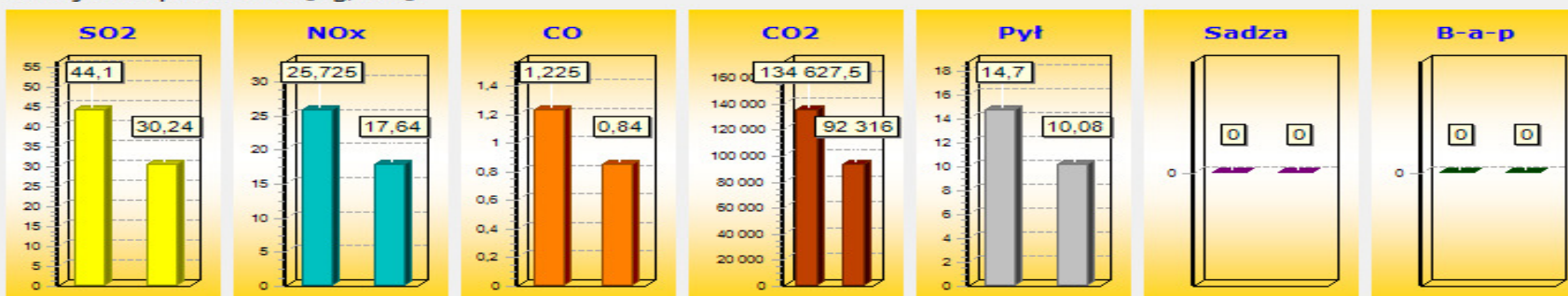


# Kolektory słoneczne

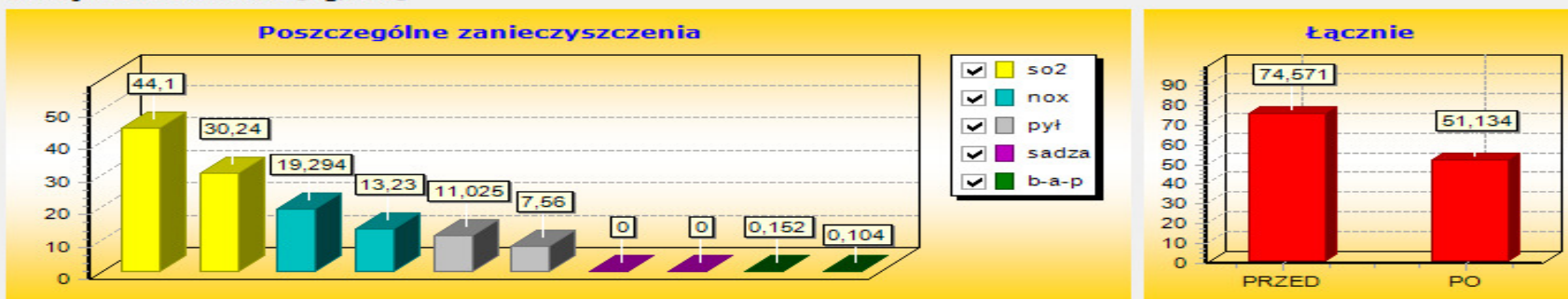


Wykresy

Emisja bezpośrednia [kg/rok]



Emisja równoważna [kg/rok]



- Wsk. kosztu redukcji CO<sub>2</sub> = 3089,94 zł/Mg
- Wsk. kosztu redukcji emisji równoważnej = 5578454,21 zł/Mg

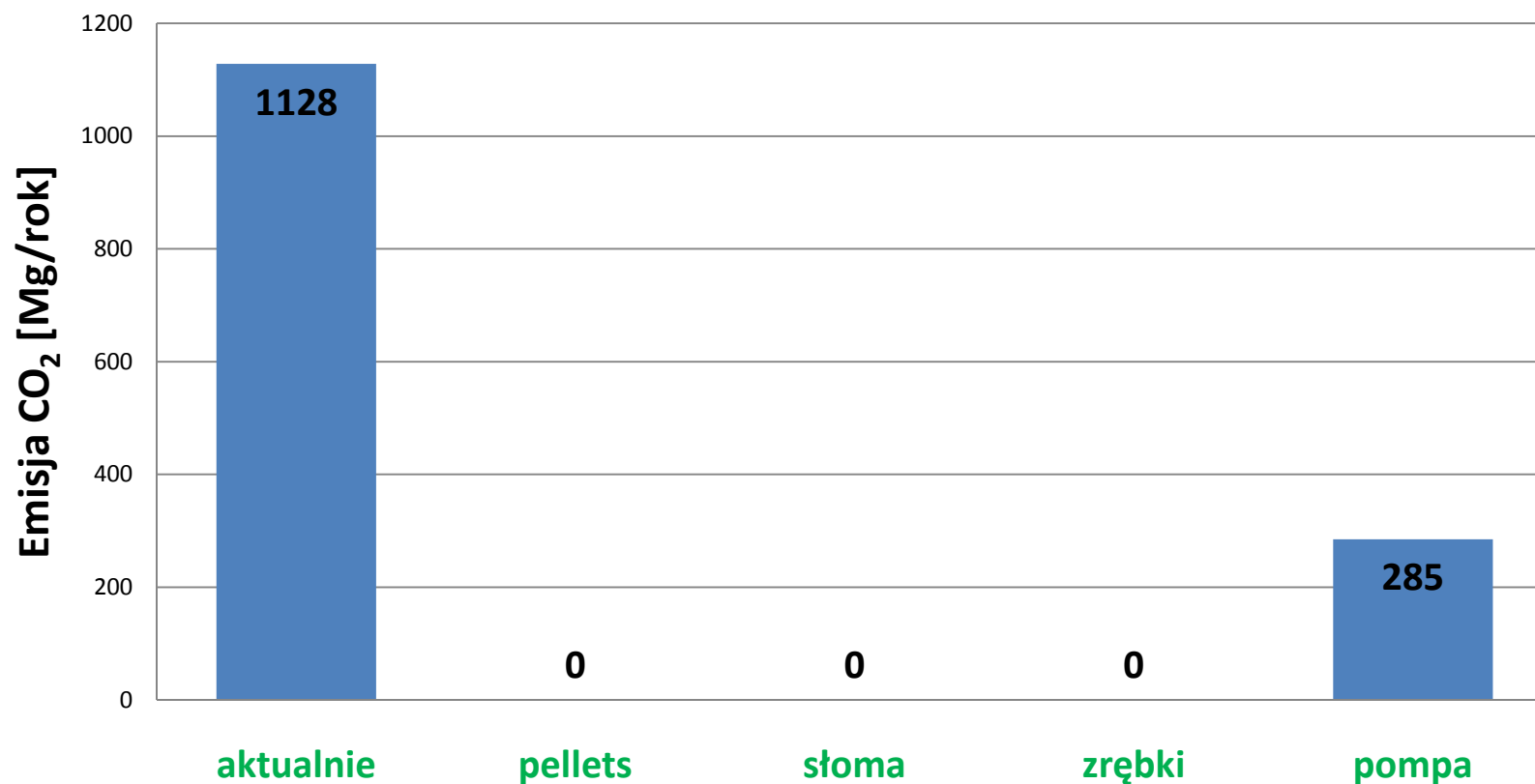






## Efekt ekologiczny

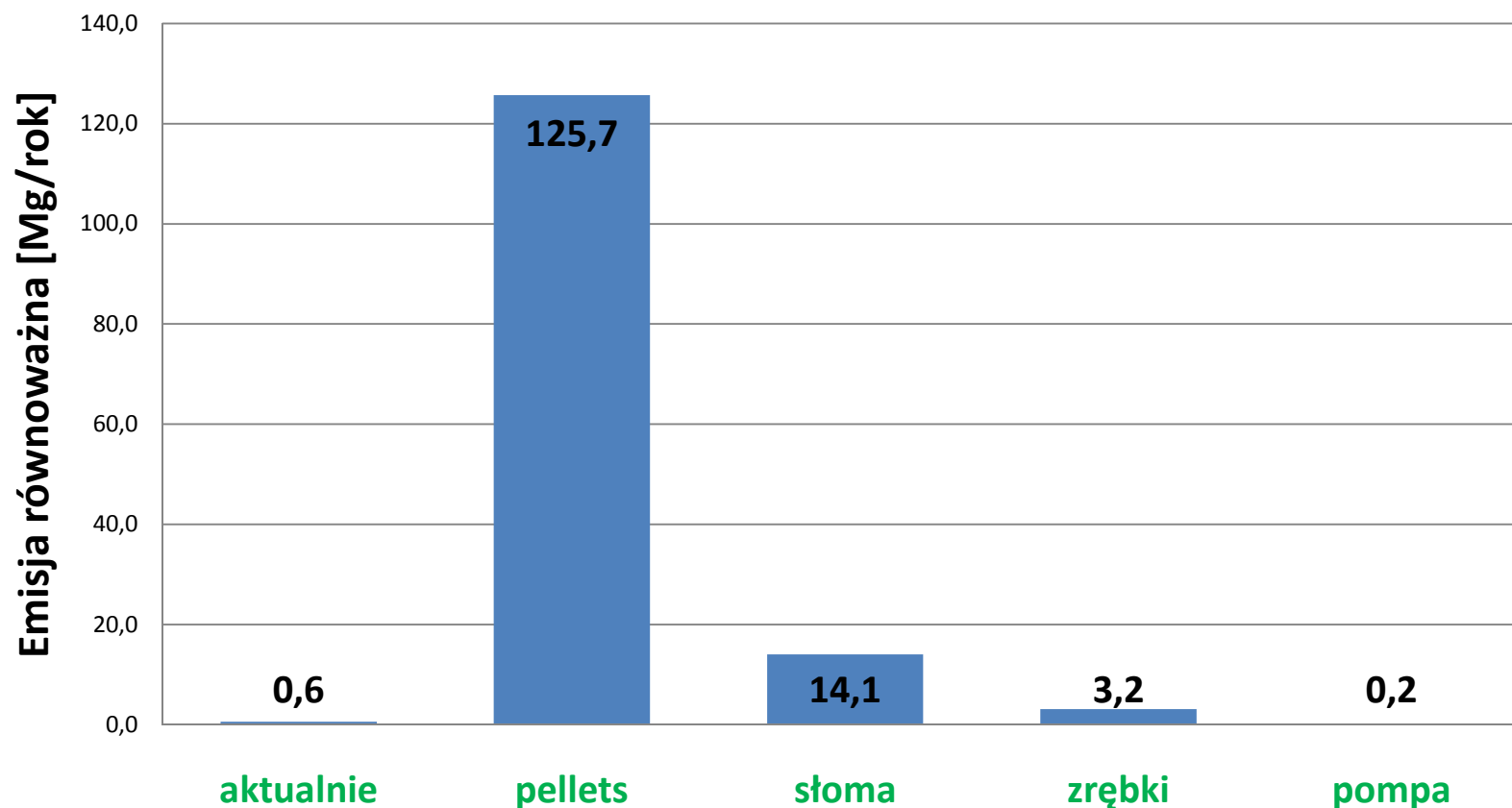
### EMISJA CO<sub>2</sub> (system grzewczy)





## Efekt ekologiczny

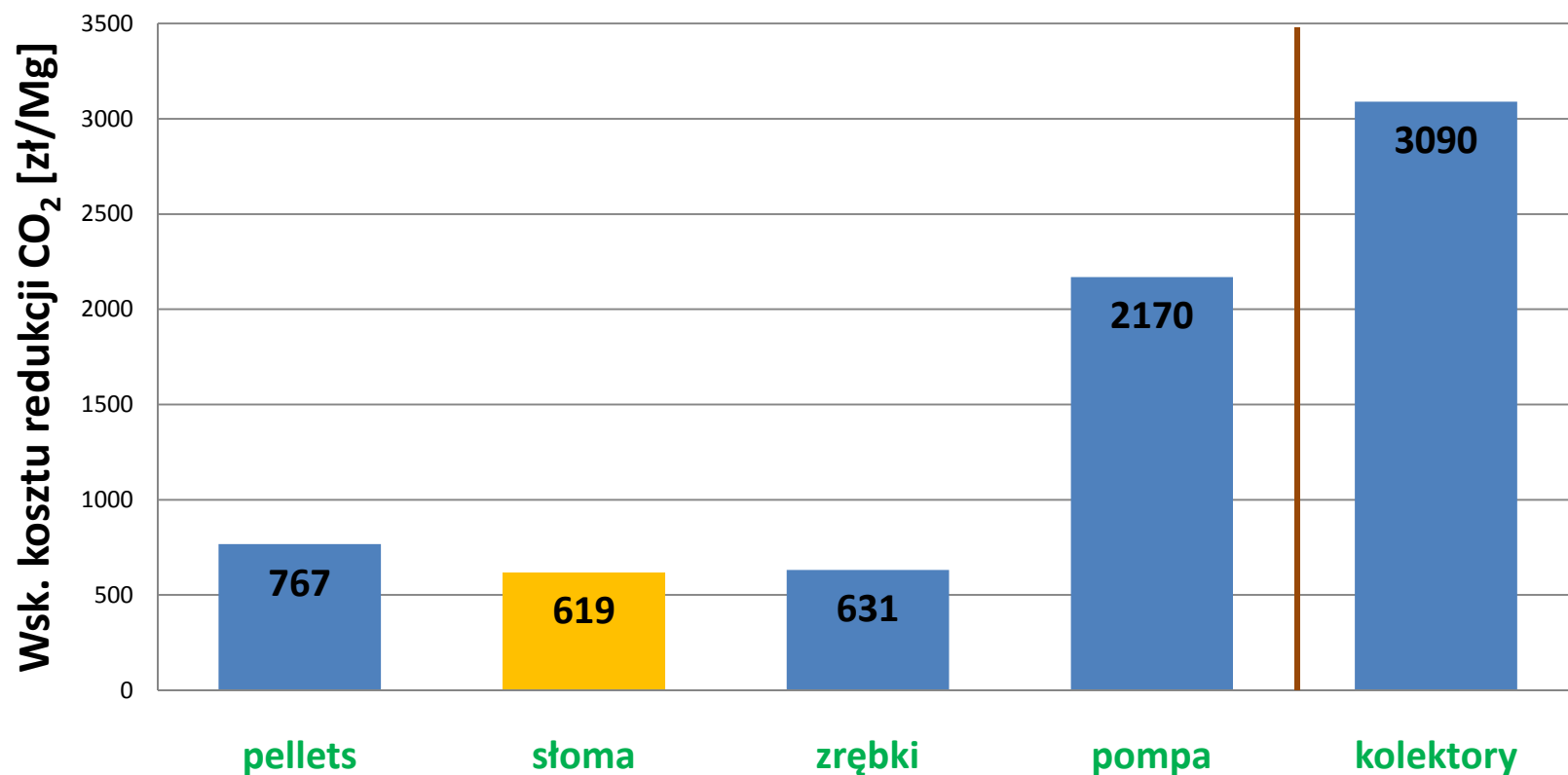
### EMISJA RÓWNOWAŻNA (system grzewczy)





## Efekt ekonomiczno-ekologiczny

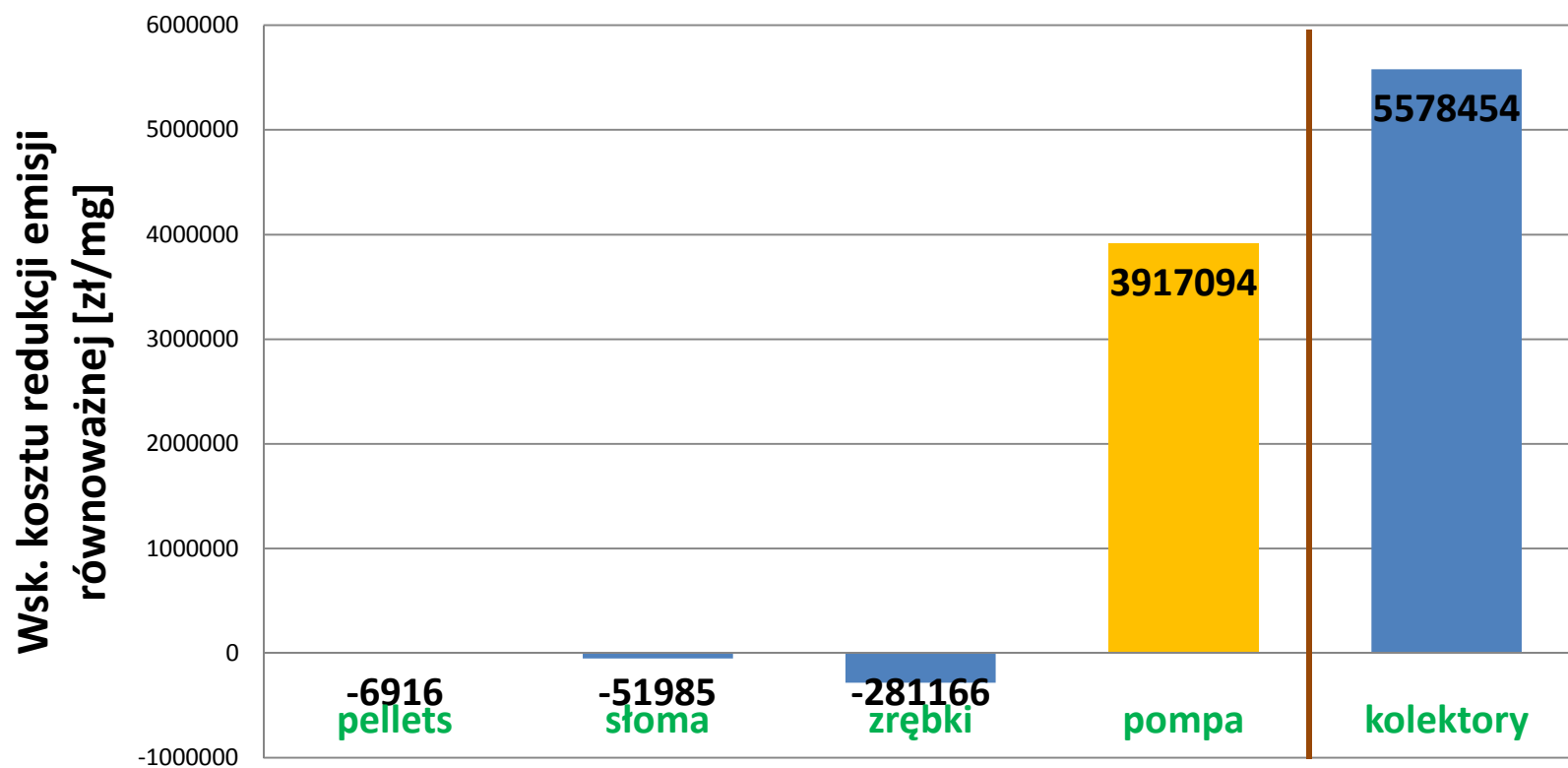
### KOSZT REDUKCJI CO<sub>2</sub>





## Efekt ekonomiczno-ekologiczny

### KOSZT REDUKCJI EMISJI RÓWNOWAŻNEJ





## Podsumowanie i wnioski



- Dzięki dostępnym na rynku programom komputerowym (także w wersji EDU/DEMO!) wykonanie analizy jest zadaniem prostym i niespecjalnie pracochłonnym
- Optymalizacja w oparciu o SPBT wydaje się być odpowiednim narzędziem analizy, choć nie można wykluczyć innych metod, np. NPV (już wkrótce w CERTO)
- Analiza opłacalności ze środowiskowego punktu widzenia jest niejednoznaczna (CO<sub>2</sub> vs emisja równoważna)

