

## Projekt: Raport 2050

*„Ocena skutków ustanowienia celów głębokiej redukcji emisji gazów cieplarnianych w UE do roku 2050, ze szczególnym uwzględnieniem skutków dekarbonizacji produkcji energii elektrycznej dla Polski”.*

# Prezentacja wyników projektu

*Warszawa, 4 listopada 2010*

*Bolesław Jankowski, Adam Umer, Marek Niemyski, Sławomir Witkowski,  
Badania Systemowe „EnerSys”*

# Plan prezentacji

---

1. ***Geneza i cel pracy***
2. ***Metodyka i zakres obliczeń***
3. ***Główne założenia***
4. ***Wyniki analiz***
5. ***Wnioski***

# Geneza i cel pracy

- ❑ *Eurelectric 2050 – scenariusze dekarbonizacji energetyki UE*
  - ❑ *prace w okresie V – X 2009*
  - ❑ *wykorzystany zestaw modeli PRIMES i in.*
  - ❑ *szereg uwag krytycznych ze strony polskiej*
  - ❑ *brak oceny sytuacji poszczególnych krajów*
- ❑ *Konferencja w Kopenhadze – XII 2009*
  - ❑ *propozycje ustanowienia celów 50% redukcji w skali świata i 80 – 90% dla krajów rozwiniętych*
  - ❑ *brak analiz rządu polskiego oceniających skutki tych propozycji*

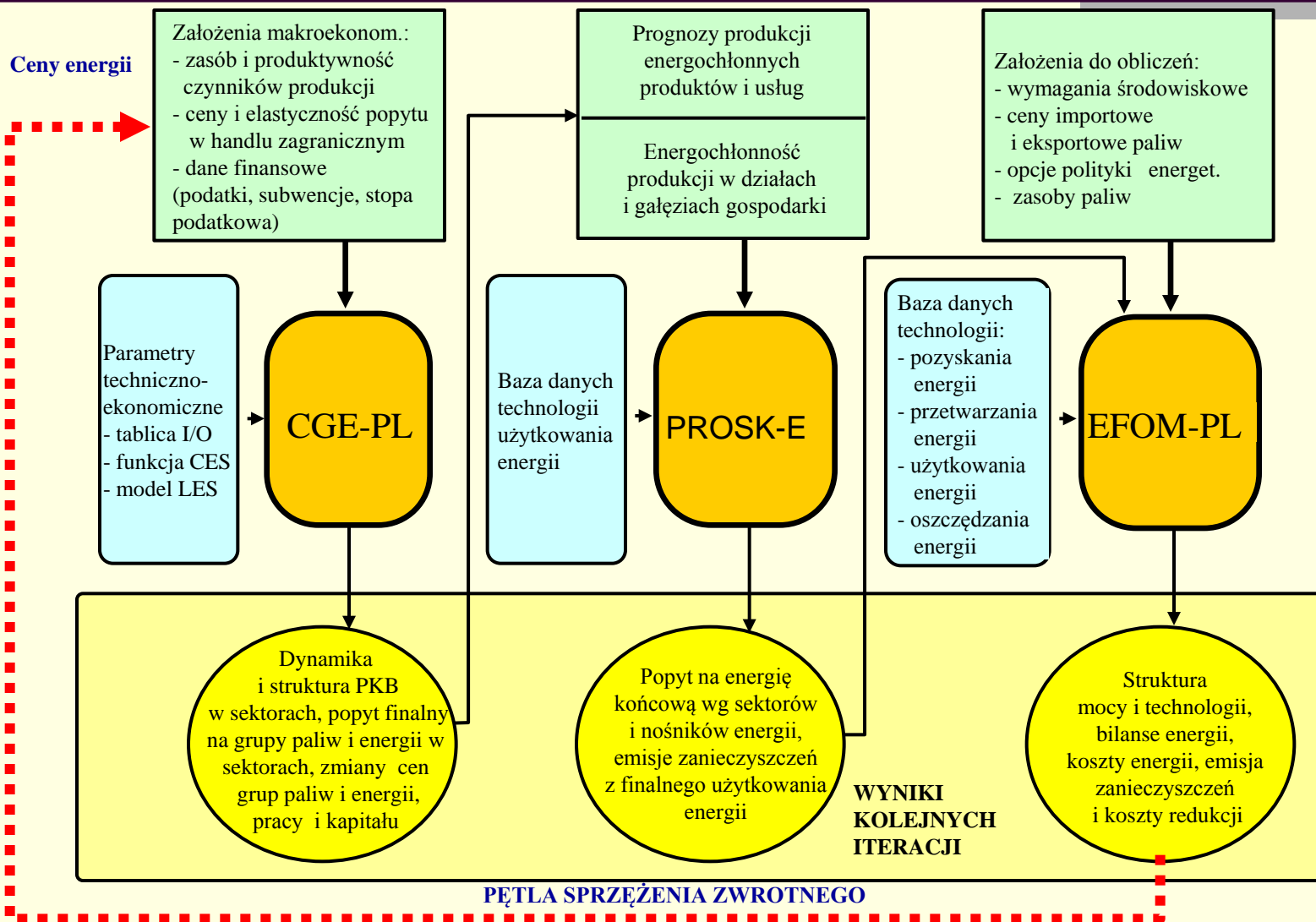
## *Cel pracy:*

- 1. Ocena skutków polityki dekarbonizacji dla Polski do roku 2050*
- 2. Dostarczenie informacji ułatwiających wypracowanie stanowiska Polski na konferencję w Kopenhadze*

---

# Metodyka oraz zakres badanych scenariuszy i polityk

# Wykorzystany zestaw modeli



# Analizowane scenariusze i polityki

<b>Polityka popytowa</b>	
Scenariusz Referencyjny	kontynuacja obecnej polityki efektywnościowej
Scenariusz Transportowy	zachęty lub wymuszenia zamiany samochodów na elektryczne
Scenariusz Efektywności	jak wyżej, z silnymi zachętami stosowania technologii energooszczędnych
<b>Polityka klimatyczna UE</b>	
Liberalna	brak ograniczeń i kosztów emisji CO <sub>2</sub> , 2 warianty: z wymuszeniem stosowania OZE i bez
Kontynuacji	realizacja unijnego pakietu klimatycznego w obecnej postaci (włącznie z wymuszeniem stosowania OZE)
Dekarbonizacji	zaostrenie pakietu klimatycznego - 75% redukcji CO <sub>2</sub> w UE do roku 2050 (włącznie z wymuszeniem stosowania OZE)

# Rozpatrywane sytuacje (warianty) rozwojowe (1)

Założenia zróżnicowane ze względu na wariant obliczeniowy

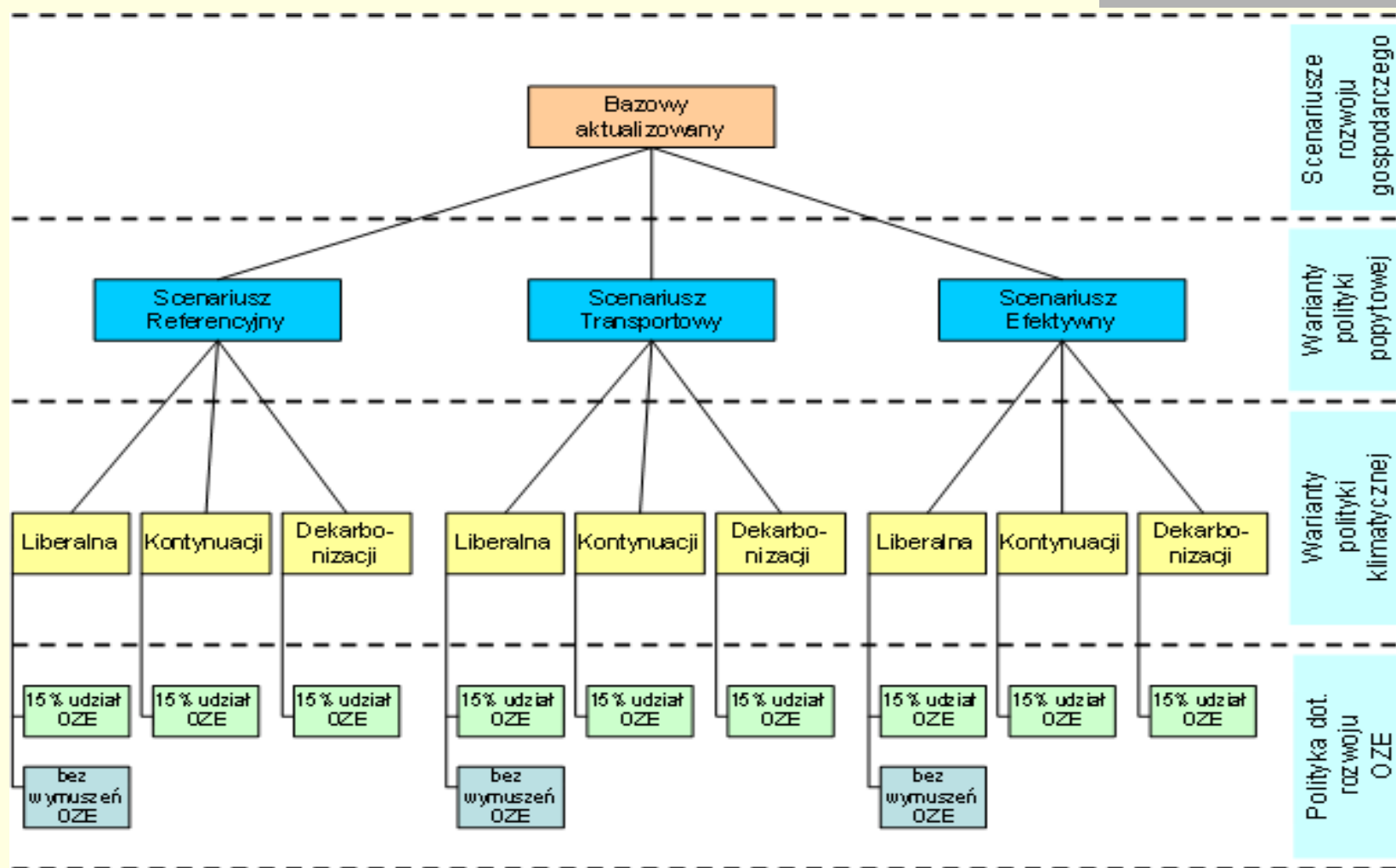
**Ceny CO2 dla określonej unijnej polityki klimatycznej [EUR 2008]**

		Liberalna	Kontynuacji	Dekarbonizacji
<b>Wariant polityki popytowej</b>	<b>Dynamika popytu na energię finalną w danym wariantcie polityki popytowej</b>	0,0	13,5 - 2010	<b>13,5 - 2010</b>
		w całym okresie	20,0 - 2020 36,0 - 2030 36,8 - 2040 43,5 - 2050	<b>21,3 - 2020 40,1 - 2030 63,7 - 2040 101,0 - 2050</b>
<b>Referencyjna</b>	średniorocznie 1,5%	Ref_Lib*	Ref_Kont**	<b>Ref_Dek**</b>
<b>Transportowa</b>	średniorocznie 1,9%	Tran_Lib*	Tran_Kont**	<b>Tran_Dek**</b>
<b>Efektywności</b>	średniorocznie 1,6%	Efekt_Lib*	Efekt_Kont**	<b>Efekt_Dek**</b>

\* - dwa warianty obliczeniowe: z obowiązkowym 15% udziałem OZE i 10% biopaliw od 2020 oraz bez tego obowiązku

\*\* - jeden wariant, z obowiązkowym 15% udziałem OZE i 10% biopaliw od 2020

# Rozpatrywane sytuacje (warianty) rozwojowe (2)



---

# Najważniejsze założenia wykorzystane do obliczeń

# Powiązania z innymi pracami

## ***Eurelectric 2050***

1. *Ceny uprawnień emisyjnych (odpow. 75% redukcji CO2 w UE do roku 2050)*
2. *Niektóre założenia:*
  - *ceny paliw*

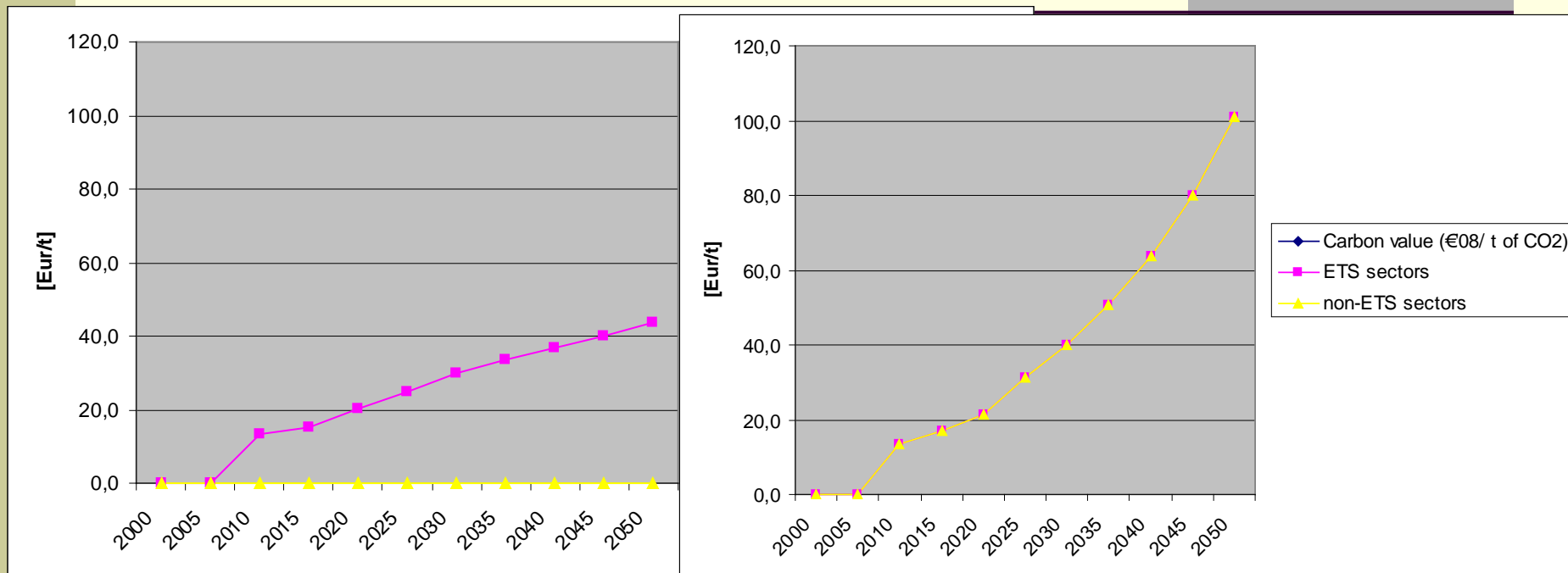
## ***Raport 2030***

1. *Scenariusz makroekonomiczny (aktualizacja)*
2. *Udział OZE (15% w 2020)*
3. *Charakterystyki technologii energetycznych*

## ***Polityka energetyczna 2030***

1. *Scenariusz makroekonomiczny (aktualizacja)*
2. *Niektóre założenia*
  - *tempo rozwoju energetyki jądrowej do 2030*
  - *nowe odkrywki w. brun. do 2030*

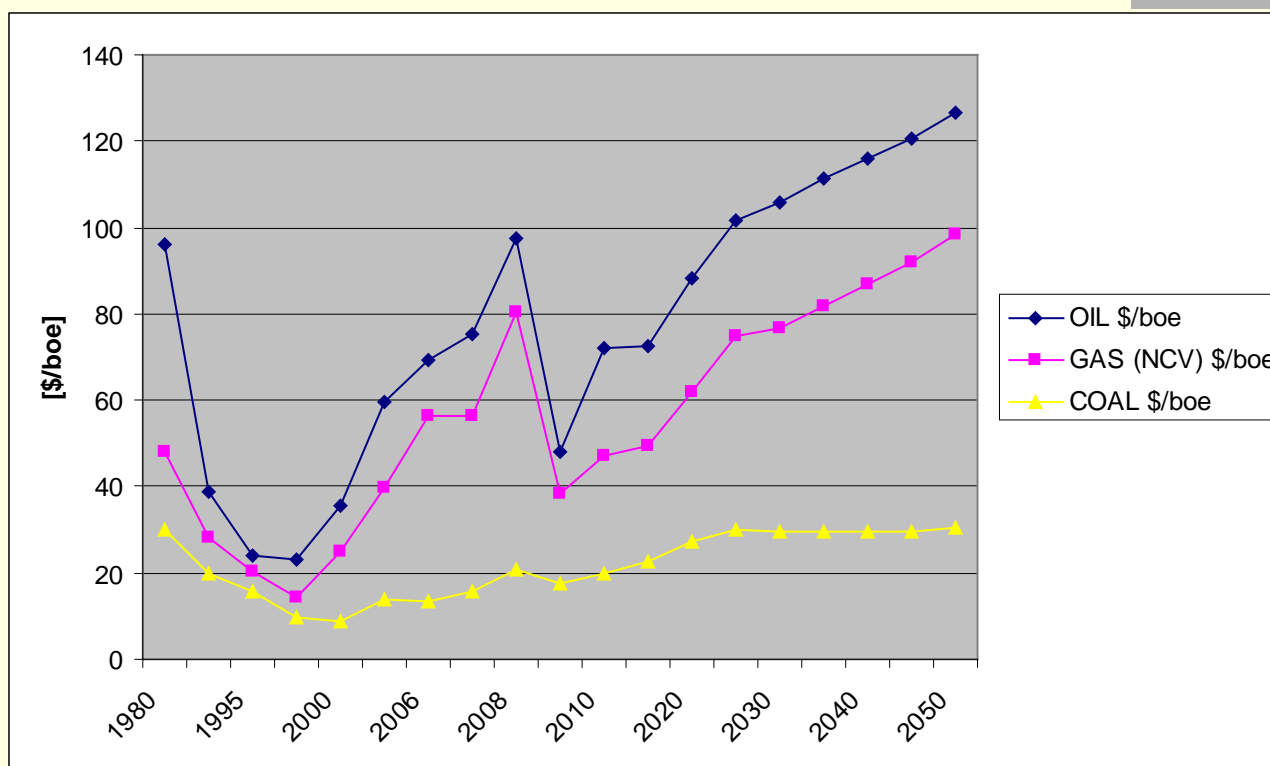
# Ceny uprawnień do emisji CO2



EU27: BASELINE 2009 - EURELECT	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Carbon value (€'05/ t of CO2)											
ETS sectors	0,0	0,0	12,4	13,7	18,3	22,9	27,5	30,6	33,7	36,7	39,9
non-ETS sectors	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

EU27: DOMESTIC CLIMATE ACTIO	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Carbon value (€'05/ t of CO2)											
ETS sectors	0,0	0,0	12,4	15,6	19,5	28,7	36,7	46,4	58,4	73,3	92,4
non-ETS sectors	0,0	0,0	12,4	15,6	19,5	28,7	36,7	46,4	58,4	73,3	92,4

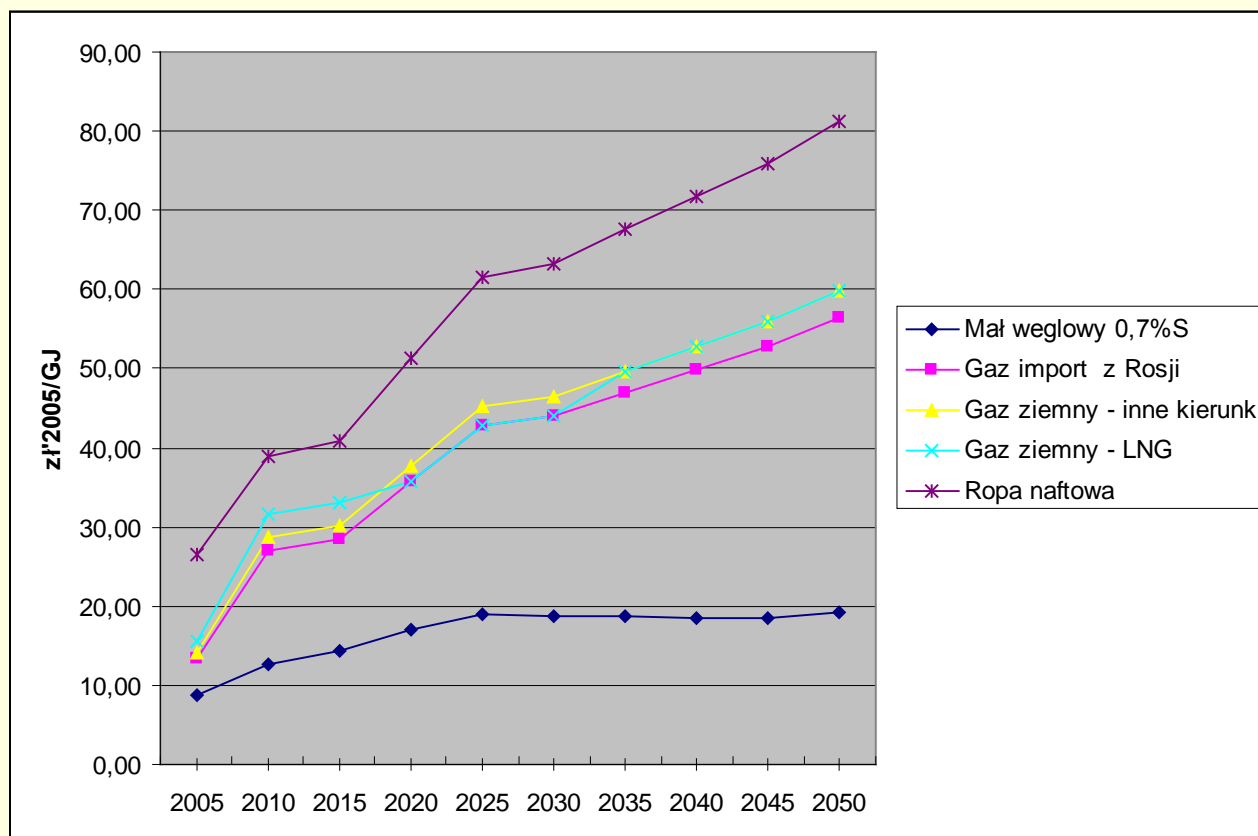
# Prognoza cen światowych wg Eurelectric 2050



Zmiany cen

	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	%/a
Ropa	59,4	71,9	72,6	88,4	101,6	105,9	111,2	116,2	120,4	126,8	1,7%
Gaz	39,7	47,2	49,5	62,1	74,6	76,6	81,9	86,8	92,0	98,3	2,0%
Węgiel	14,1	19,9	22,6	27,1	30,0	29,6	29,6	29,4	29,4	30,5	1,7%

# Ceny paliw w imporcie do Polski przyjęte w obliczeniach

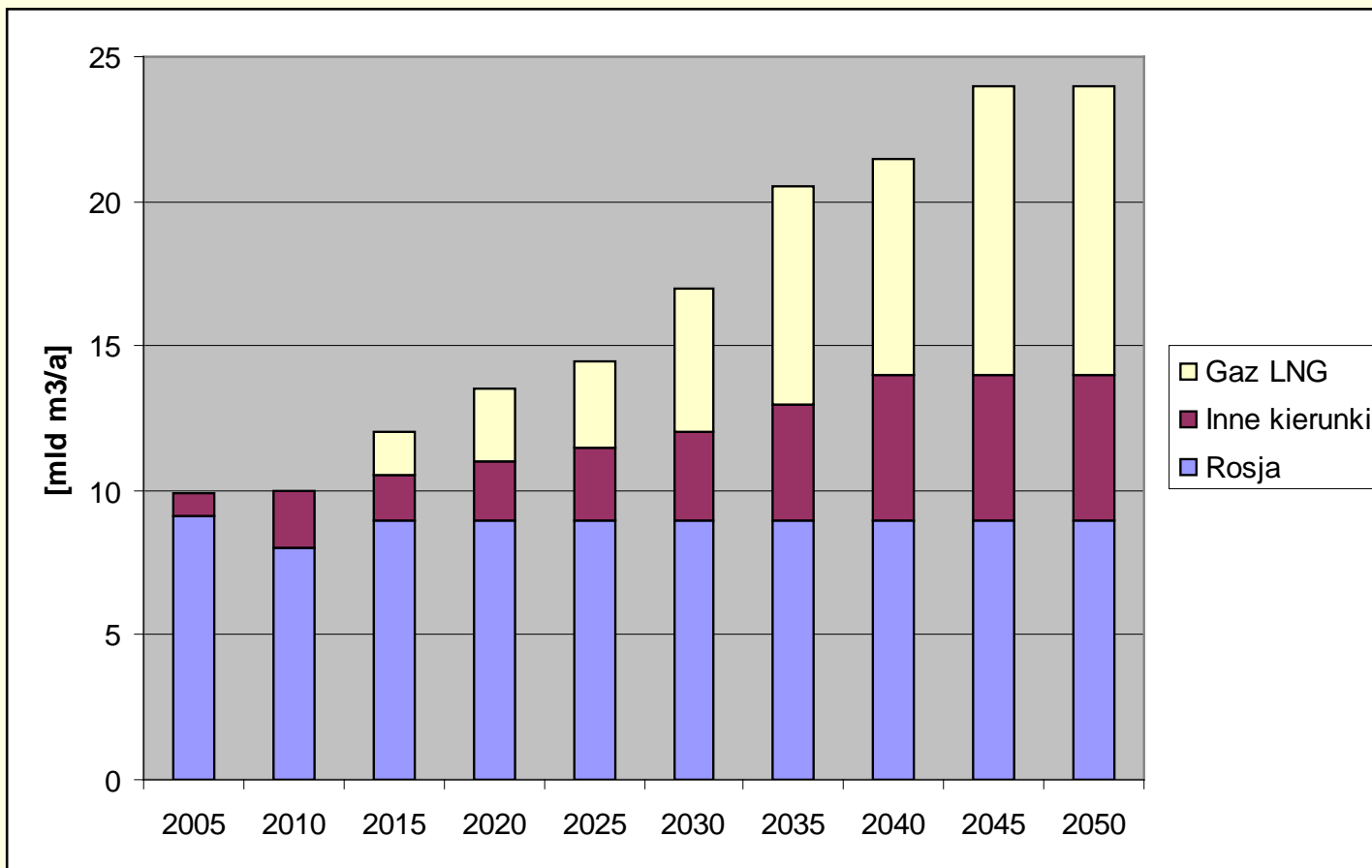


*Sposób opracowania założeń cenowych:*  
 2005-2010: na podstawie rzeczywistych danych  
 2010 – 2050: dynamiki wg założeń Eurelectric 2050

Średnioroczny wzrost cen paliw  
 importowych do Polski w okresie 2005 – 2050:  
**ropa naftowa - 2,5%,**  
**gaz ziemny - 3,2%,**  
**węgiel kamienny 1,7%**



# Dostępność gazu ziemnego z importu



# Ograniczenia rozwojowe energetyki

## 1. Elektrownie jądrowe

- ❑ 2030: 4500 MW
- ❑ 2040: 7500 MW
- ❑ 2050: 10500 MW

## 2. Elektrownie gazowe

	jedn	2015	2020	2025	2030	2040	2050
Elektrownie gazowo parowe	MW	500	1500	2500	4000	bez ogr.	bez ogr.
Elektrownie gazowe szczytowe	MW	250	1000	1500	2000	bez ogr.	bez ogr.

## 3. Dostępność węgla brunatnego z nowych odkrywek

- ❑ od 2030 - Gubin (ok.. 10 mln t/a)
- ❑ od 2040 - Złoczew (ok.. 10 mln t/a) i Legnica (ok.. 17 mln t/a)

# Główne założenia dot. rozwoju OZE

## 1. Dostępność biomasy

	jedn	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2040	2050
Potencjał biomasy	PJ/a	150	193	249	304	360	417	587	587
Cena średnia	zł'2005/GJ	10,5	14,3	14,9	18,0	21,0	22,1	27,2	32,2

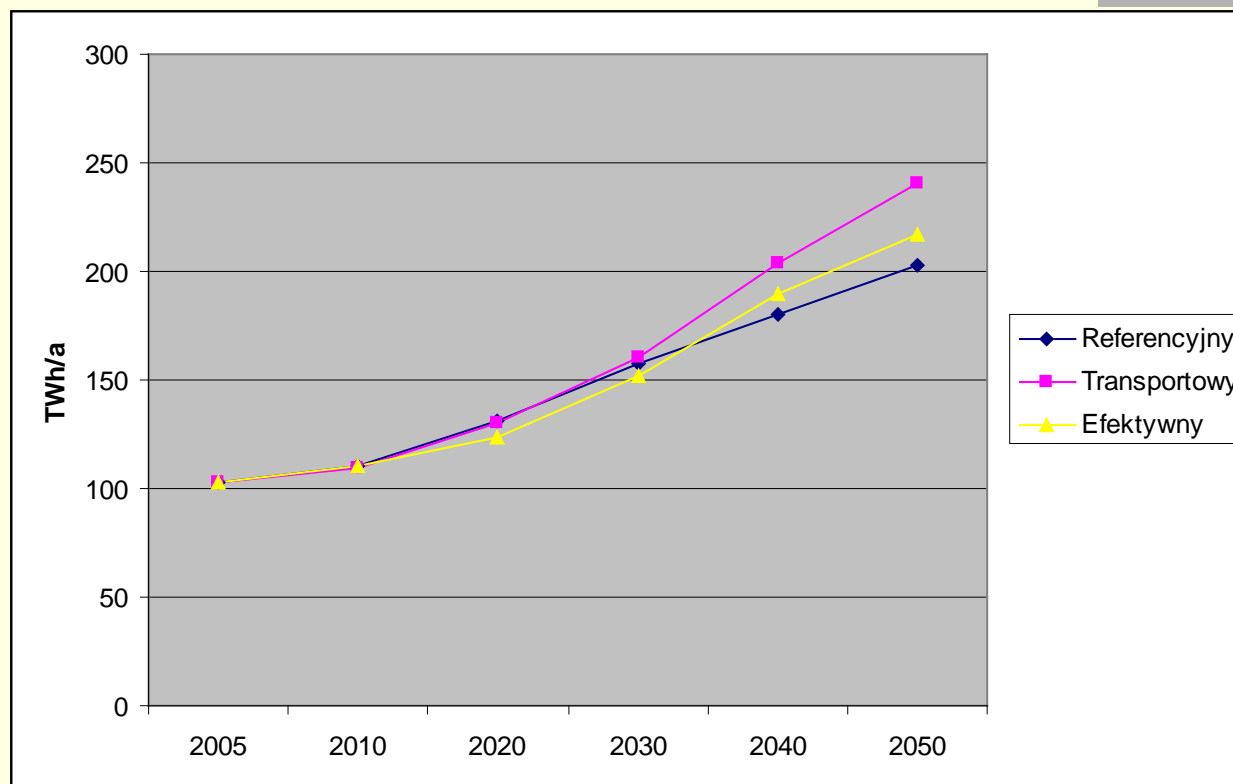
## 2. Kierunki rozwoju OZE zgodnie z dyrektywą

- ❑ produkcja energii elektrycznej (gł. elektrownie wiatrowe)
- ❑ produkcja skojarzona energii elektrycznej i ciepła (elektrociepłownie biomasowe i biogazowe)
- ❑ produkcja ciepła scentralizowanego (ciepłownie biomasowe, geotermalne, kolektory słoneczne)
- ❑ substytucja węgla w instalacjach grzewczych w gosp. domowych

---

# Wyniki obliczeń modelowych

# Zapotrzebowanie finalne na energię elektryczną



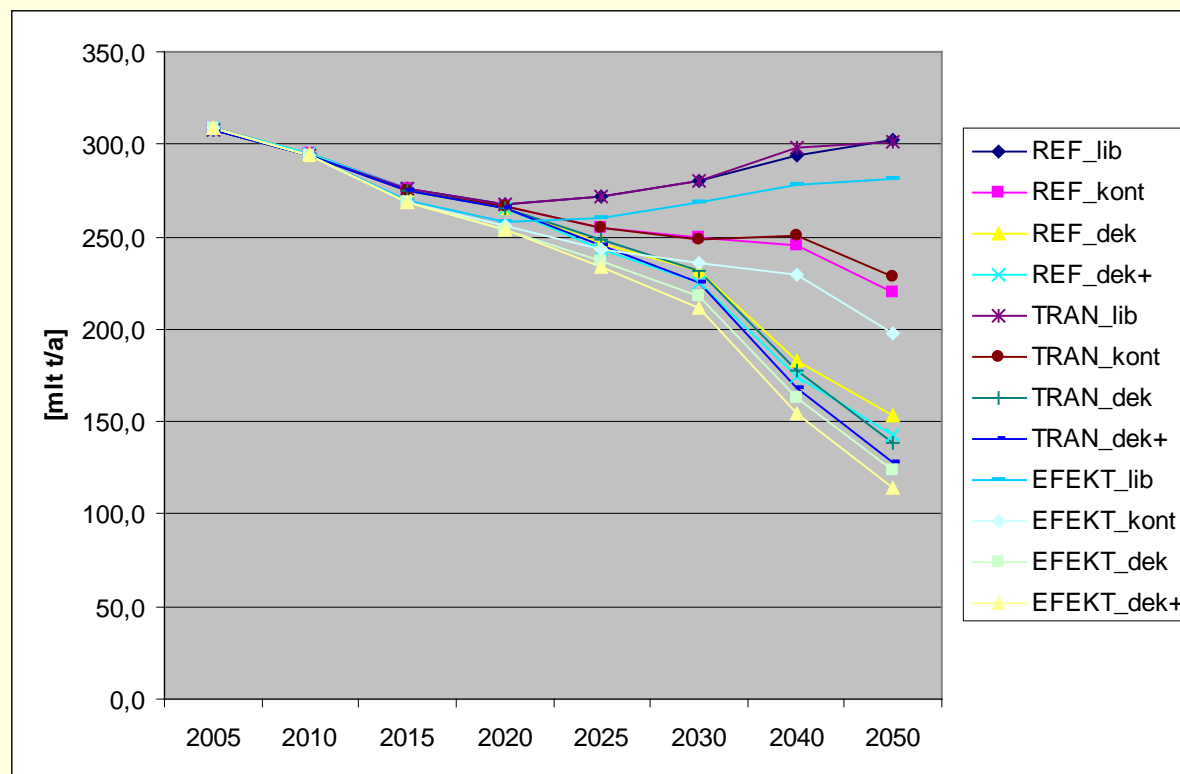
Wzrost PKB w latach 2006-2050

□ **3,9%** średnio rocznie

Wzrost popytu na energię elektr w okresie 2006-2050 :

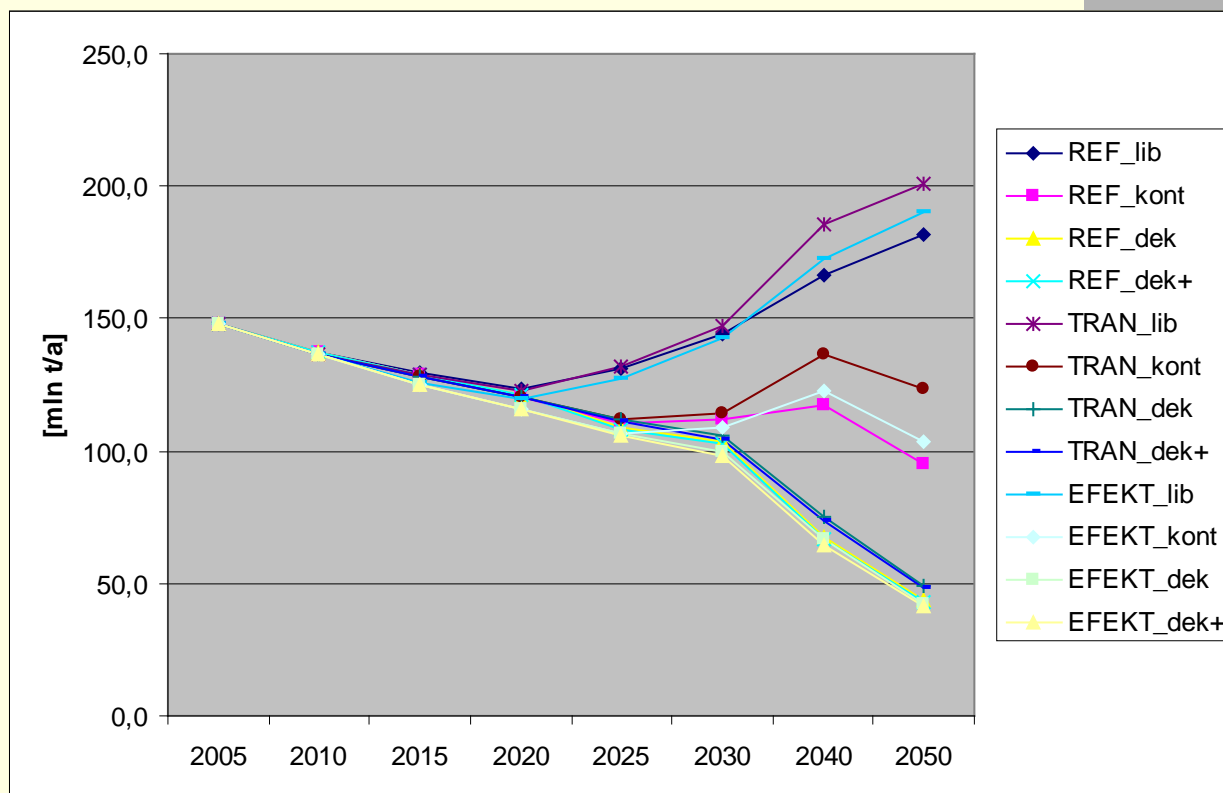
- Ref: **1,5%** średnio rocznie
- Tran: **1,9%** średnio rocznie
- Effi: **1,7%** średnio rocznie

# Emisje CO<sub>2</sub> z produkcji energii – cały kraj



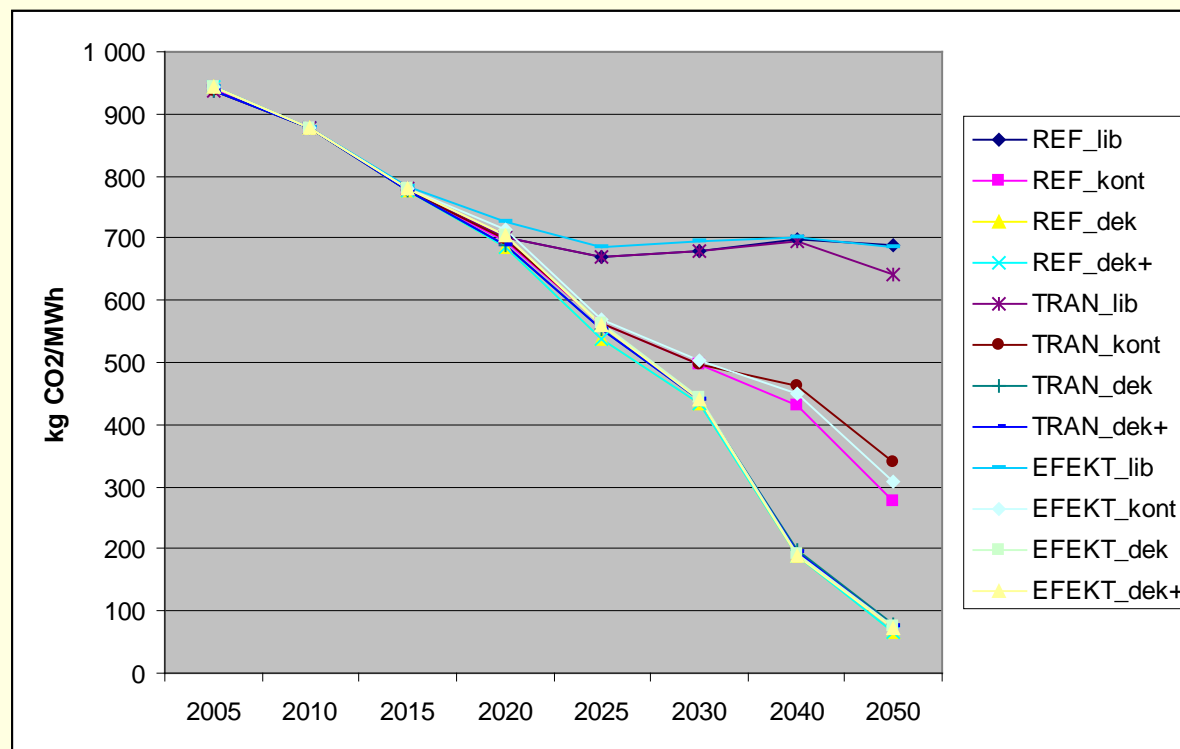
*Najniższy poziom łącznych emisji występuje dla wariantu Efekt\_Dek: 31% emisji 1990 i 25% emisji 1988*

# Emisje CO<sub>2</sub> – elektroenergetyka zawodowa



Najniższy poziom łącznych emisji występuje w wariancie Efekt\_Dek: ponad **trzykrotny spadek emisji** mimo znacznego wzrostu produkcji energii elektrycznej

# Wskaźnik emisji CO<sub>2</sub> z elektrowni zawodowych

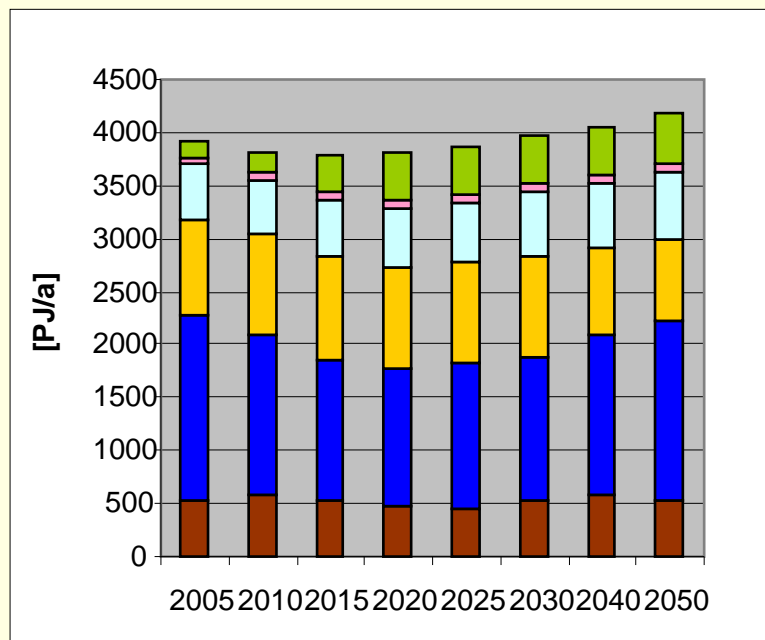


*Jednostkowe emisje CO<sub>2</sub> z produkcji energii elektrycznej w elektrowniach zawodowych spadają z poziomu ok.. 950 kg/MWh w 2005 r. do poziomu 60 – 80 kg/MWh w wariantach z polityką dekarbonizacji w 2050 r.*

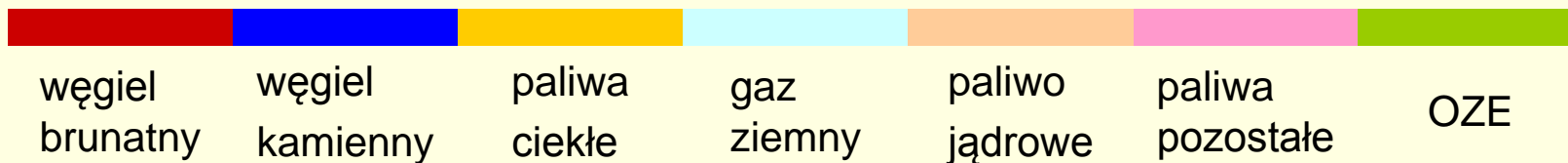
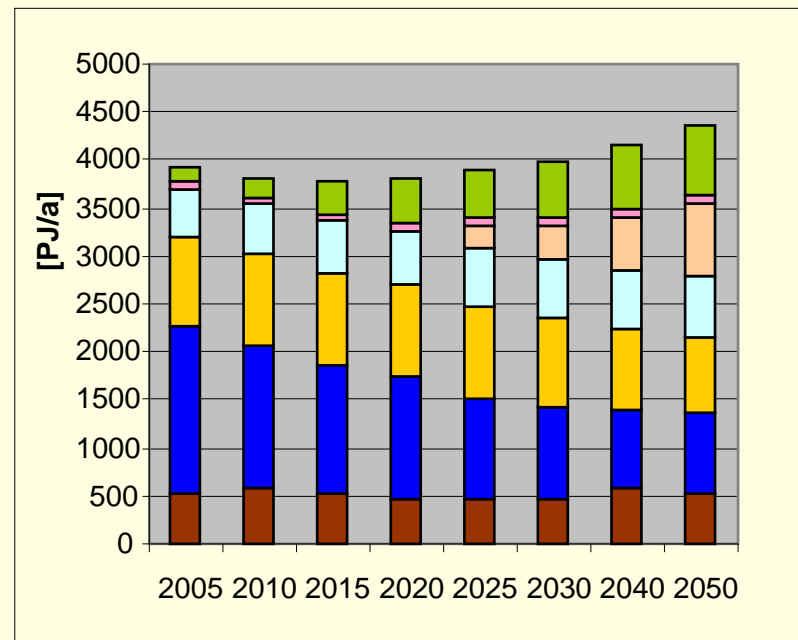
# Struktura zużycia energii pierwotnej,

*polityka liberalna vs dekarbonizacja*

Ref\_Lib



Ref\_Dek

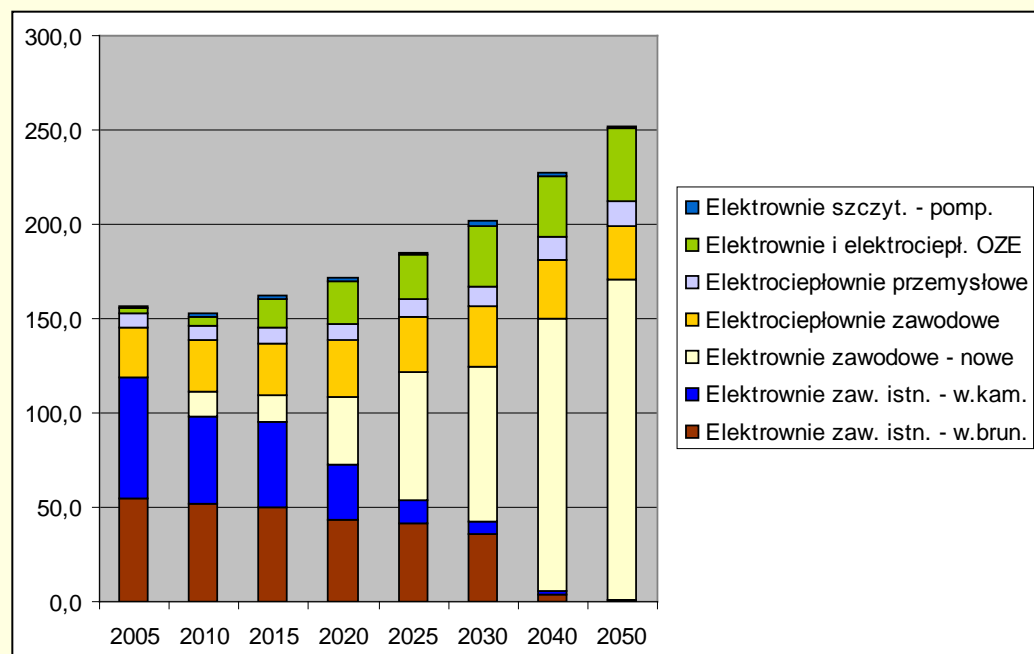
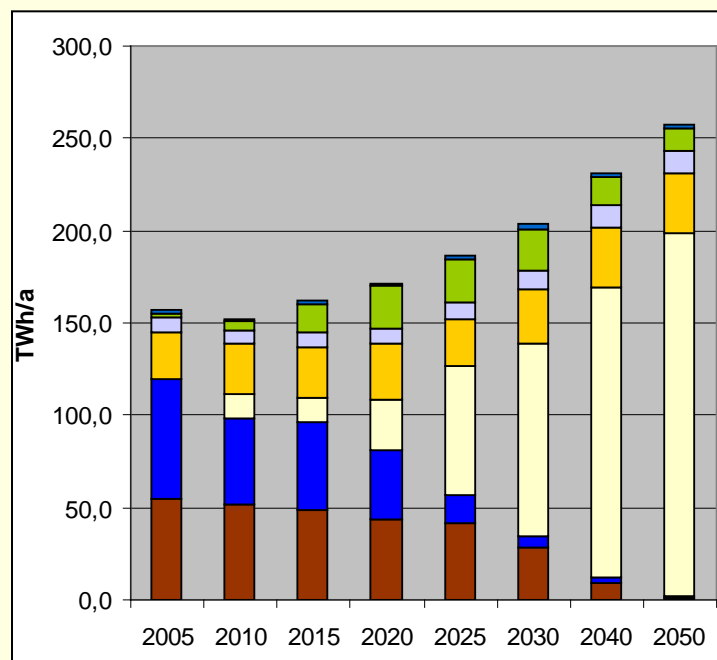


*Polityka dekarbonizacji prowadzi do znacznej zmiany struktury energii pierwotnej*

# Struktura produkcji energii elektrycznej wg rodzaju producenta, *polityka liberalna vs dekarbonizacja*

Ref\_Lib

Ref\_Dek

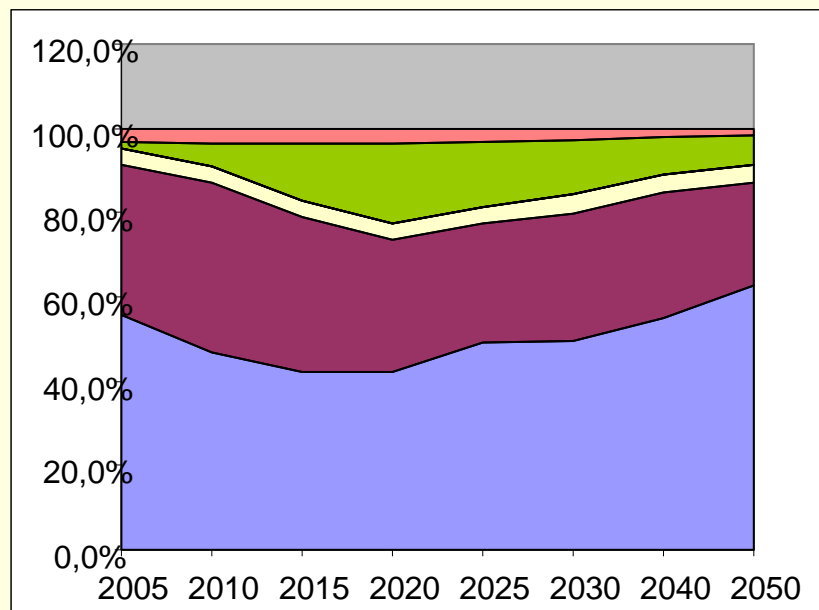


*Niezależnie od polityki dominującą rolę w bilansie energii elektrycznej odgrywać będą elektrownie ciepłone*

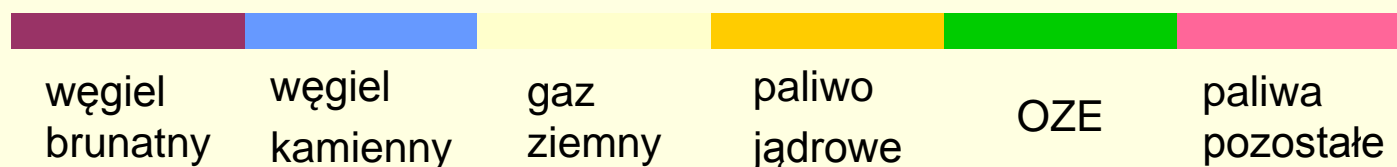
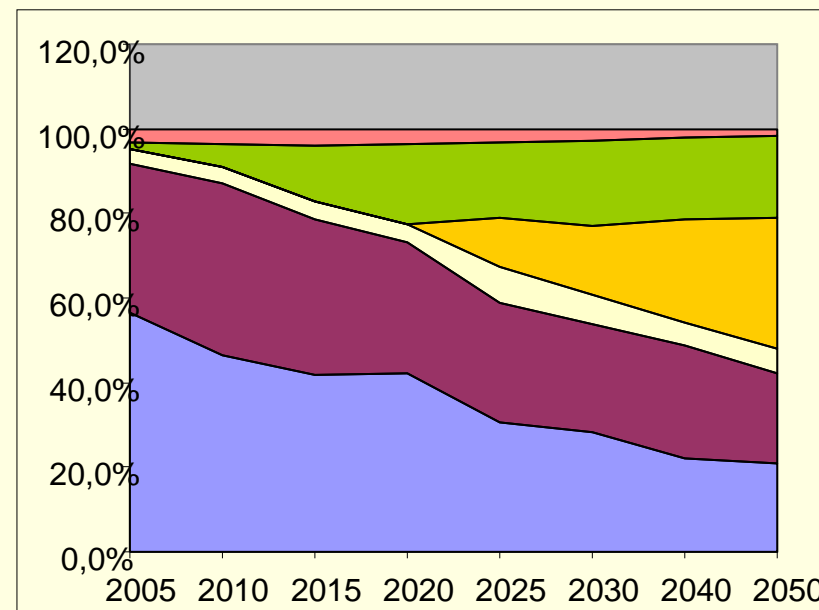
*Po roku 2015 należy oczekiwać rosnącego zapotrzebowania na nowe moce w elektrowniach ciepłych*

# Struktura paliwowa produkcji energii elektrycznej, *polityka liberalna vs dekarbonizacja*

Ref\_Lib



Ref\_Dek

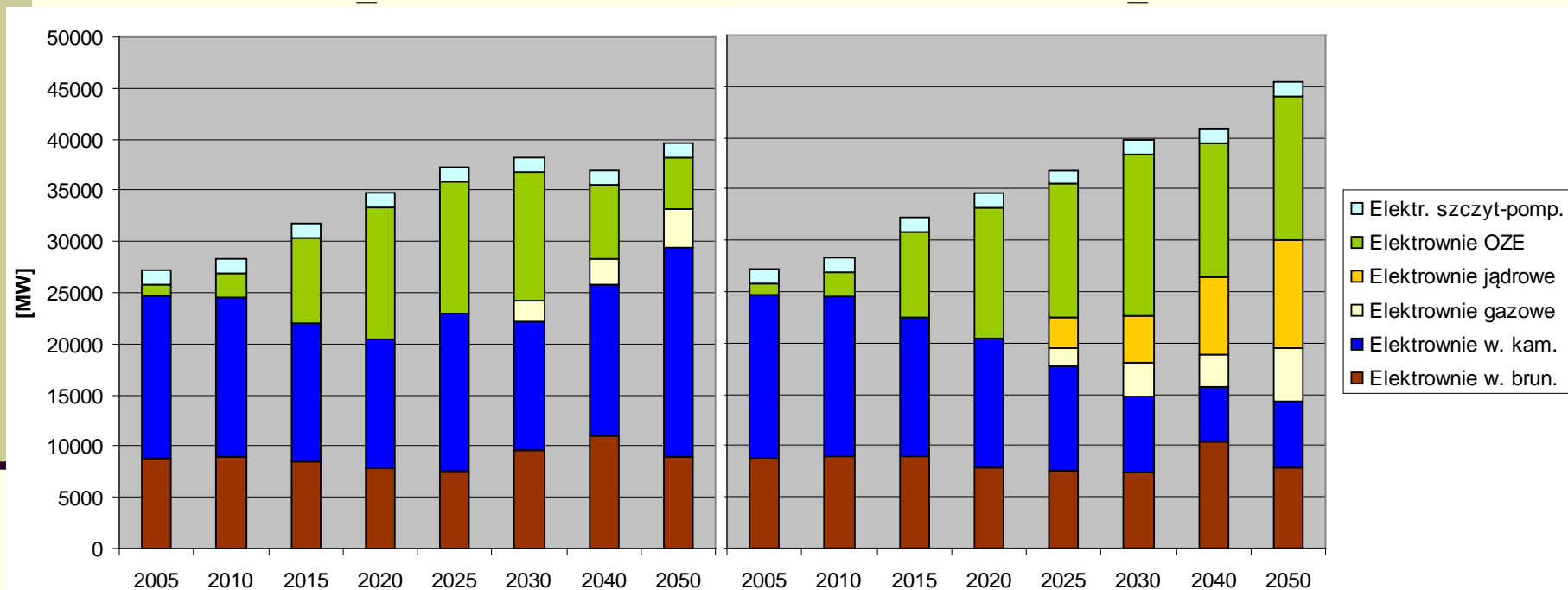


*Polityka dekarbonizacji prowadzi do różnicowania struktury paliwowej w produkcji energii elektrycznej*

# Struktura mocy elektrycznych, *polityka liberalna* *vs dekarbonizacja*

Ref\_Lib

Ref\_Dek

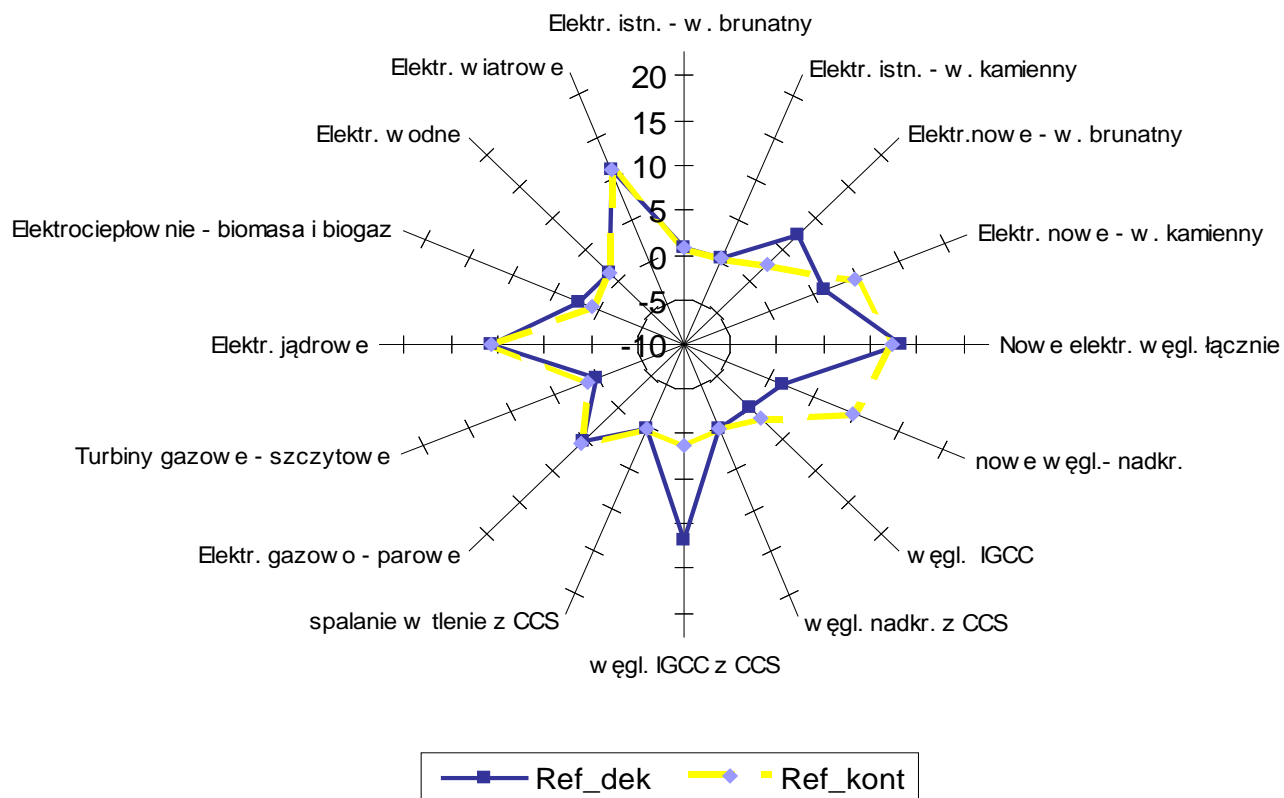


*Polityka dekarbonizacji prowadzi do dominacji energetyki jądrowej i OZE w bilansie mocy elektrycznych*

# Zmiana struktura mocy wytwórczych, polityka kontynuacji vs dekarbonizacja

Struktura mocy elektrowni zawodowych w r. 2050 dla różnych polityk klimatycznych i referencyjnego scenariusza popytu na energię elektryczną

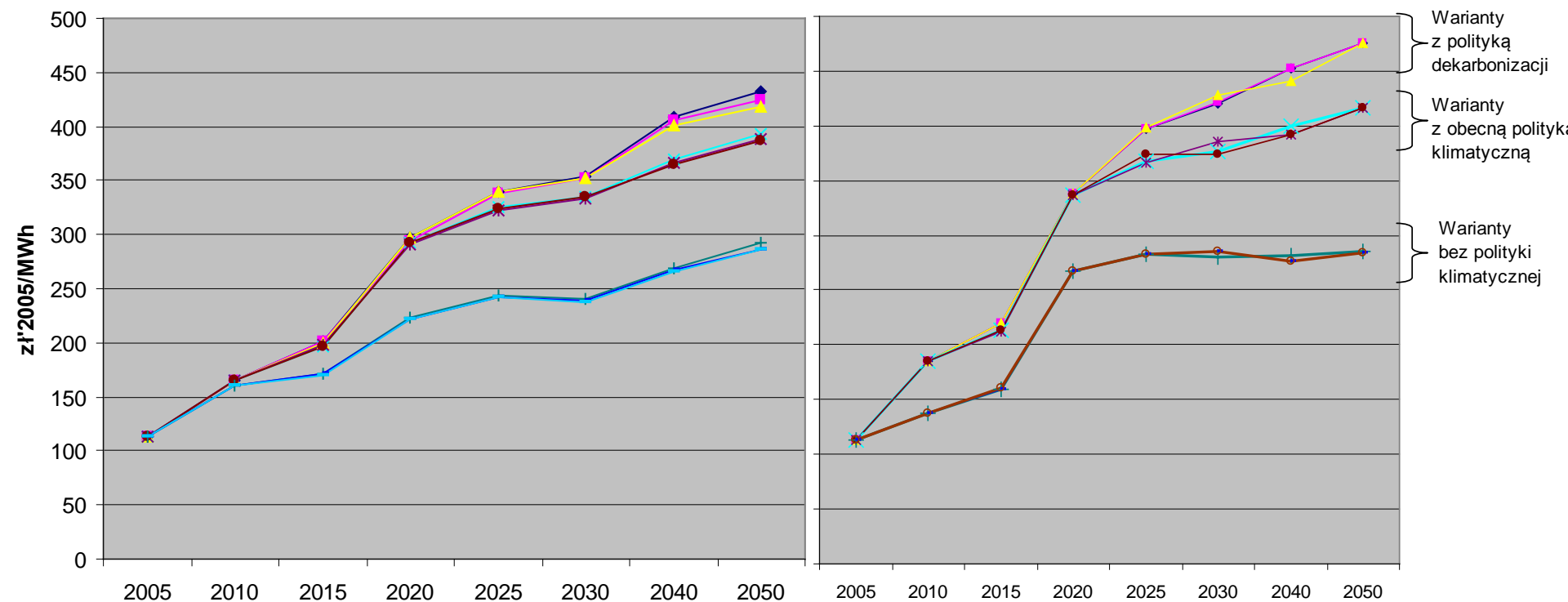
[ 10<sup>3</sup> MW ]



# Jednostkowe koszty wytwarzania energii elektrycznej, różne warianty

## Koszty średnie

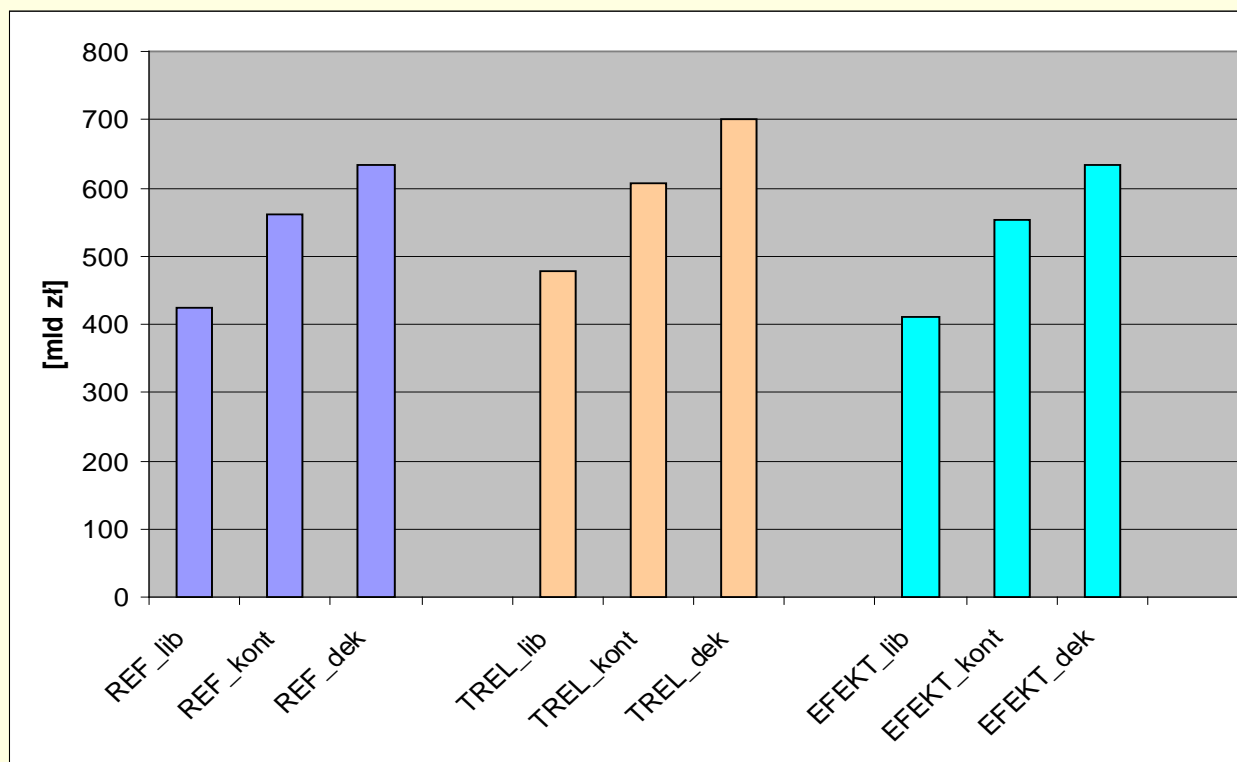
## Koszty marginalne



# Relacja kosztów średnich do kosztów marginalnych, różne warianty

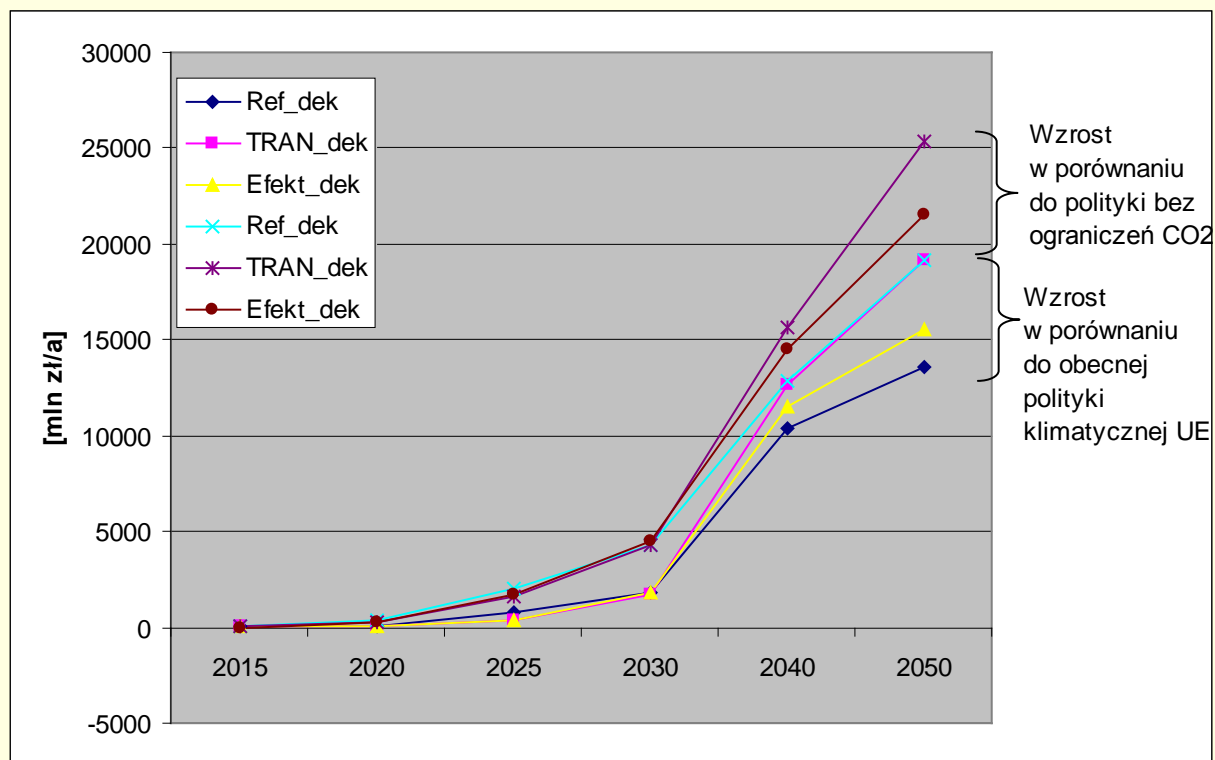
Wariant rozwojowy	2010	2015	2020	2025	2030	2040	2050
<b>A. Scenariusz Referencyjny</b>							
REF_lib	116%	105%	83%	86%	83%	96%	101%
REF_kont	89%	92%	87%	87%	89%	93%	93%
REF_dek	89%	91%	88%	85%	82%	91%	88%
<b>B. Scenariusz Transportowy</b>							
TRAN_lib	117%	107%	83%	86%	86%	96%	102%
TRAN_kont	90%	92%	87%	88%	89%	92%	95%
TRAN_dek	90%	91%	88%	86%	84%	91%	91%
<b>B. Scenariusz Efektywny</b>							
EFEKT_lib	117%	107%	83%	86%	84%	96%	101%
EFEKT_kont	89%	93%	86%	88%	87%	93%	93%
EFEKT_dek	89%	92%	87%	85%	84%	90%	89%

# Nakłady inwestycyjne na produkcję energii elektrycznej i ciepła (2006-2050)



- Polityka dekarbonizacji prowadzi do wzrostu nakładów inwestycyjnych o:*
- **74 - 93 mld zł** w porównaniu do obecnej polityki klimatycznej,
  - **210 – 225 mld zł** w porównaniu do sytuacji bez ograniczeń emisji CO<sub>2</sub>.

# Wzrost technicznych kosztów produkcji energii



*Polityka dekarbonizacji prowadzi do wzrostu technicznych kosztów wytwarzania. Wzrost ten w latach 2040-2050 wynosi:*

- **10-19 mld zł rocznie**, porównując z obecną polityką klimatyczną,
- **13-25 mld zł rocznie**, porównując z sytuacją bez ograniczeń emisji CO<sub>2</sub>.

# Wzrost technicznych kosztów produkcji energii

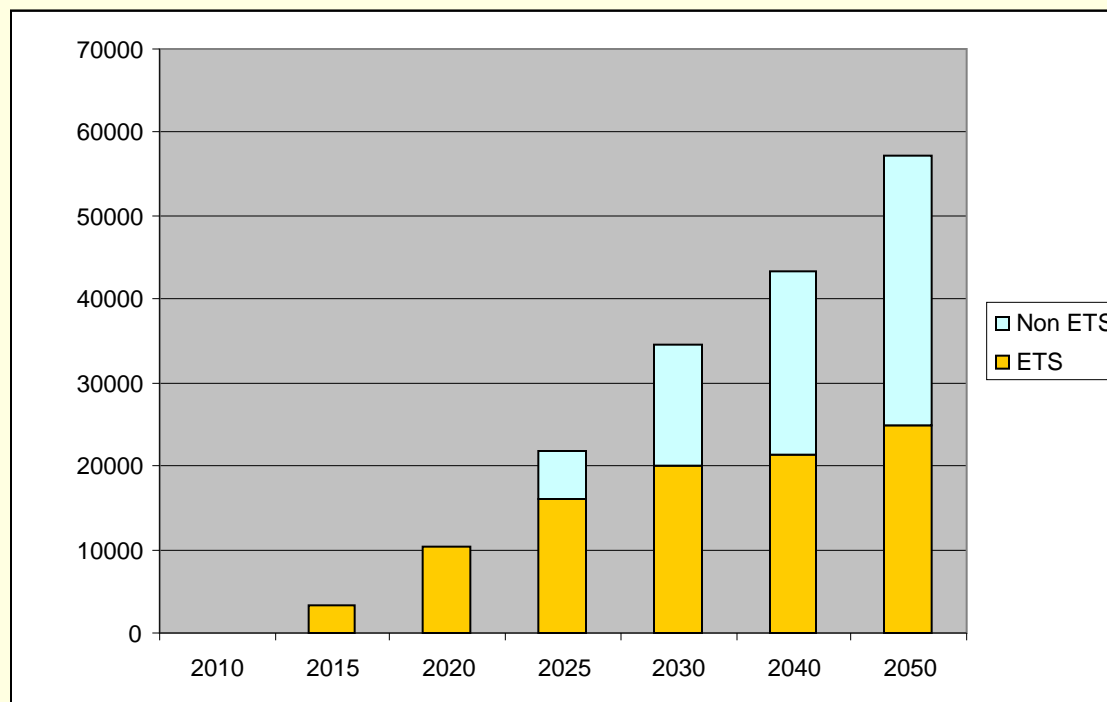
Scenariusz (polityka popytowa)	2010	2015	2020	2025	2030	2040	2050
<b>1. Scenariusz Referencyjny</b>							
⇒ Rozwój OZE (15%)	377	3562	5246	4536	4914	4471	5546
⇒ Redukcja CO2 (20%)	nz	nz	252	1217	2499	2557	5542
⇒ Dekarbonizacja	nz	22	75	783	1778	10354	13611
Faza 1 - wdrożona	377	3555	5498	5754	7413	7029	11088
Faza 2 - proponowana	nz	22	75	783	1778	10354	13611
<b>RAZEM</b>	<b>377</b>	<b>3578</b>	<b>5572</b>	<b>6536</b>	<b>9191</b>	<b>17383</b>	<b>24699</b>

*Polityka klimatyczna wdrażana jest stopniowo, przy czym każdy z kolejnych elementów tej polityki generuje poważny wzrost kosztów wytwarzania energii.*

*Skutki widoczne są z opóźnieniem, a nowe propozycje są przedstawiane, gdy nie są jeszcze odczuwalne skutki poprzednich*

# Koszty zakupu uprawnień emisyjnych

Roczne koszty zakupu uprawnień [mln zł 2005],  
Scenariusz Referencyjny, polityka Dekarbonizacji (wariant Ref\_Dek)



*Polityka dekarbonizacji prowadzi do wzrostu cen uprawnień emisyjnych oraz rozszerzenia obowiązku ich posiadania*

*Mimo redukcji emisji koszty zakupu uprawnień rosną do poziomu powyżej 50 mld zł'2005 rocznie*

---

# Wnioski

## Podsumowanie (1)

---

*Najważniejsze wymierne wyniki polityki dekarbonizacji to:*

- wzrost nakładów inwestycyjnych na budowę nowych mocy produkcyjnych,*
- wzrost technicznych kosztów wytwarzania energii elektrycznej i ciepła (bez kosztów zakupu uprawnień),*
- wzrost kosztów związanych z zakupem uprawnień emisyjnych,*
- wzrost cen energii elektrycznej i ciepła*
- zmiana struktury technologicznej i paliwowej*

## Podsumowanie (2)

# Koszty bezpośrednie

**Wzrost kosztów wytwarzania energii w Polsce wynikający ze stosowania droższych technologii lub paliw o niższych emisjach CO<sub>2</sub> (w porównaniu do polityki bez redukcji CO<sub>2</sub>)**

*A. Przy dotychczas wprowadzonych zobowiązaniach (20% OZE i 20% redukcji gazów cieplarnianych w UE):*

- 3 mld zł** rocznie od roku **2015**,
- 5 mld zł** rocznie od roku **2025**
- ponad 10 mld zł** rocznie od **2050 r.**

*B. Przy polityce dekarbonizacji ( do roku 2050 75% redukcji emisji dwutlenku w skali UE)*

- 9 mld zł** rocznie od roku **2030**,
- rosnąco do poziomu*
- 25-30 mld zł** rocznie od **2050 r.**

## Podsumowanie (3)

### Koszty bezpośrednie c.d.

---

**Łączny koszt polityki dekarbonizacji - koszty droższych technologii oraz koszty zakupu uprawnień emisyjnych (w porównaniu do polityki bez redukcji CO<sub>2</sub>)**

- 13 - 15 mld zł rocznie - od roku 2020**
- 41 - 43 mld zł rocznie - od roku 2030**
- 55 - 63 mld zł rocznie - od roku 2040**
- 71 - 87 mld zł rocznie - od roku 2050**

# Podsumowanie (4)

## Skutki polityki dekarbonizacji

---

### **KORZYSTNE:**

- ⇒ Większa dywersyfikacja struktur technologicznych i paliwowych

### **NIEKORZYSTNE:**

- ⇒ Wzrost kosztów wytwarzania

### **RYZYKOWNE:**

*(o wysokich kosztach i potencjalnie silnych negatywnych skutkach)*

- ⇒ Stosowanie na dużą skalę technologii CCS (wychwytywanie i podziemne składowanie CO<sub>2</sub>)

### **BARDZO GROŹNE:**

*(o kluczowym znaczeniu ze względu na potencjalne straty dla Polski)*

- ⇒ Możliwość utraty przez Polskę po roku 2020 przychodów ze sprzedaży uprawnień emisyjnych na rzecz centralnego funduszu UE