



Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią

Polskiej Akademii Nauk

Eugeniusz MOKRZYCKI, Zbigniew GRUDZIŃSKI

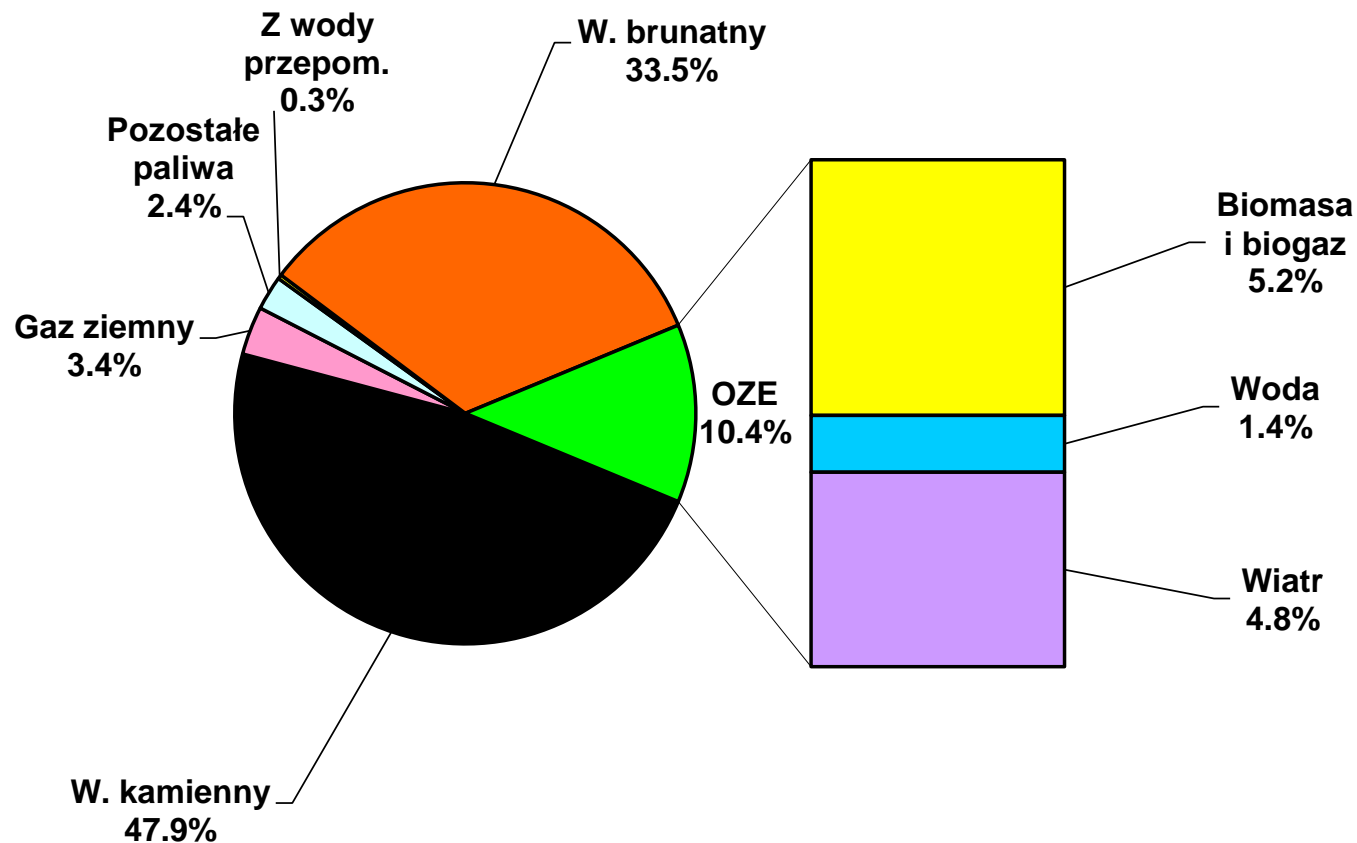
Ceny uprawnień do emisji CO₂ i ich wpływ na koszty wytwarzania energii elektrycznej z węgla kamiennego

Zebranie Plenarne Komitetu Problemów Energetyki PAN – Warszawa 12 maja 2016 r.

Plan wystąpienia

1. Wprowadzenie
2. Wielkość emisji CO₂
3. Rynek uprawnień do emisji CO₂
4. Analiza CDS
5. Parytet gazowy – węgiel
6. Podsumowanie

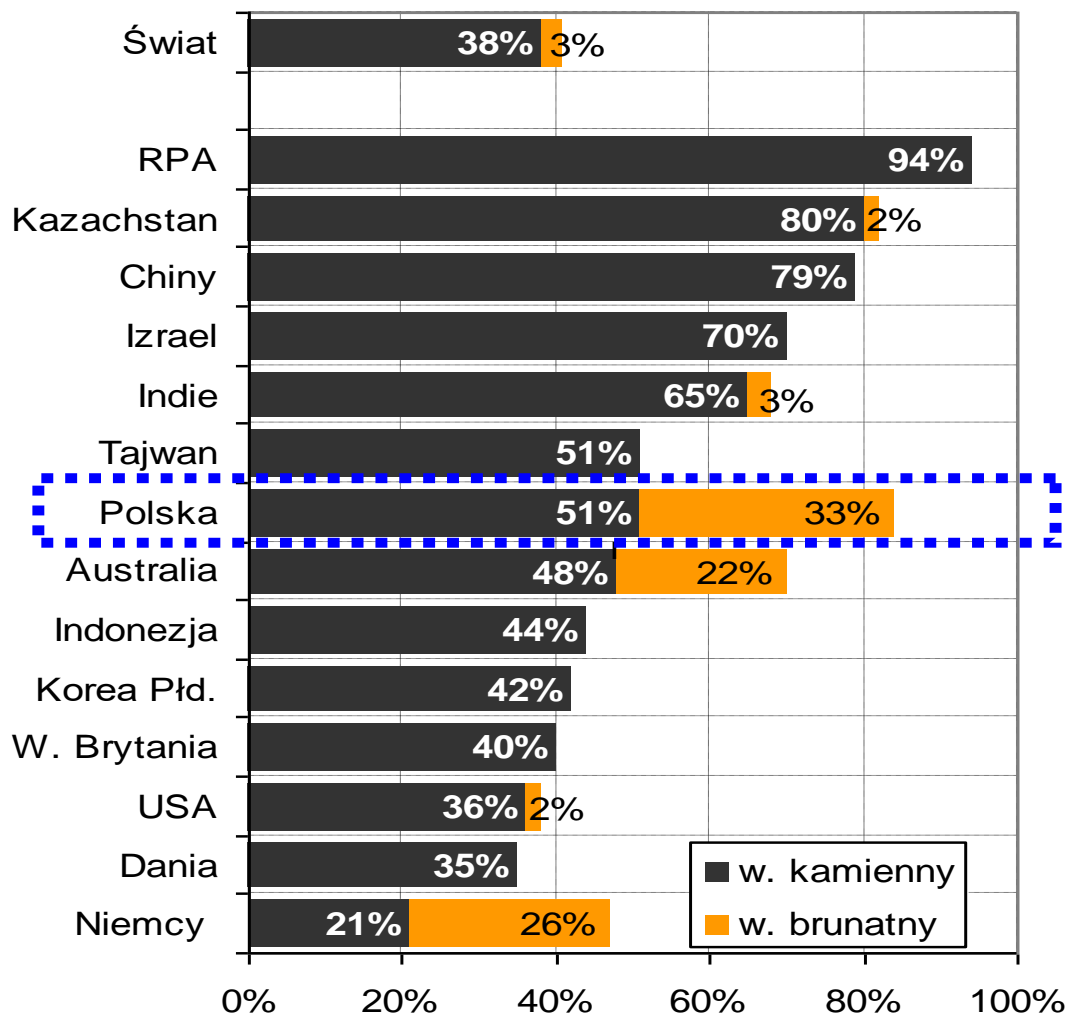
Struktura produkcji energii elektrycznej w Polsce



(dane za 2014 r.)

(źródło: ARE – Statystyka Energetyki Polskiej, 2015)

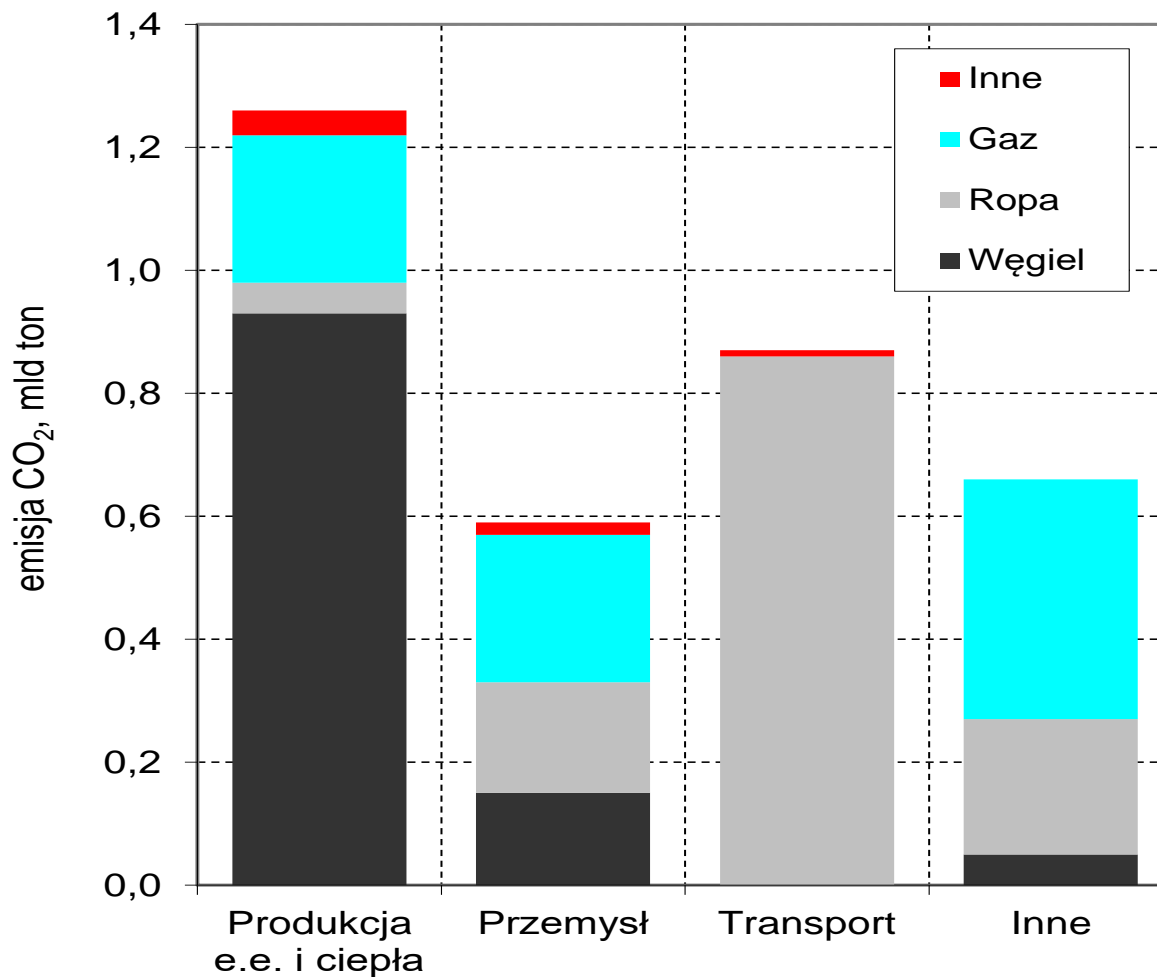
Kraje o największym udziale węgla kamiennego wytwarzaniu energii elektrycznej



(dane za 2013 r.)

(źródło: opracowanie własne na podst. źródło: Euracoal 2013)

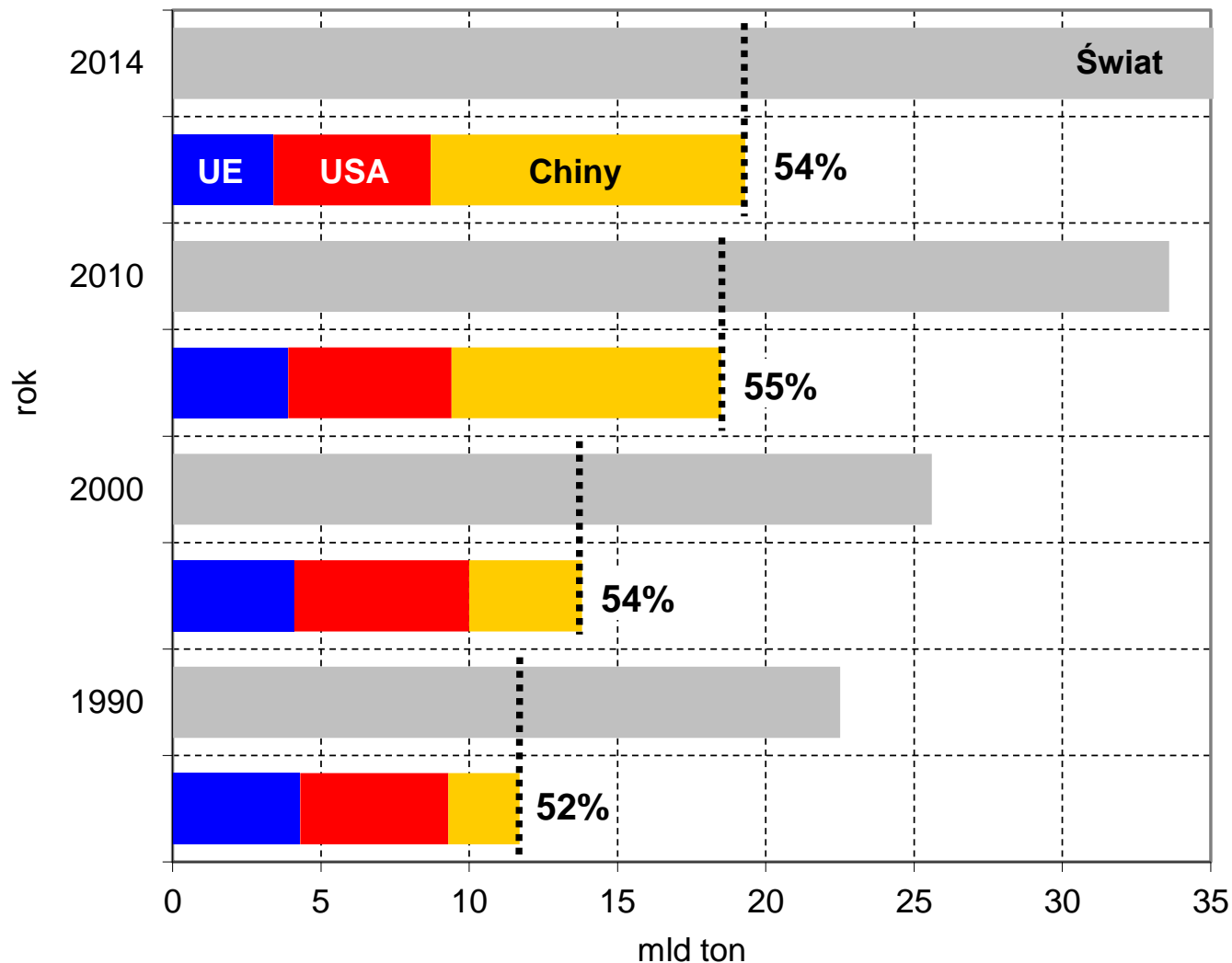
Wielkość emisji CO₂ z paliw kopalnych wg sektorów przemysłu w UE



(dane za 2014 r.)

(źródło: opracowanie własne na podst. Olivier i in. 2015)

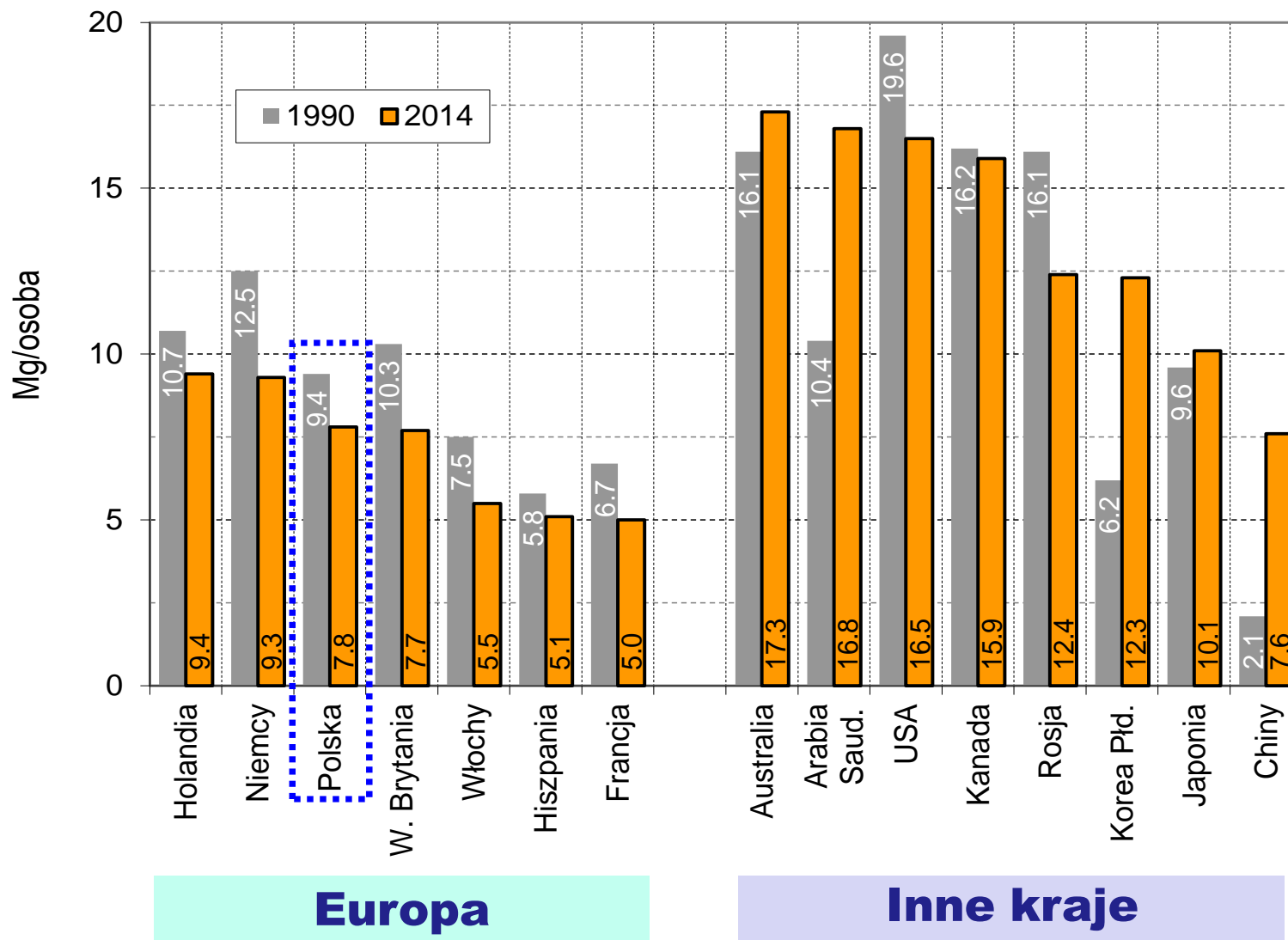
Wielkość emisji CO₂, mld ton



(źródło: opracowanie własne na podst. Olivier i in. 2015)

Wielkość emisji CO₂, ton/per capita

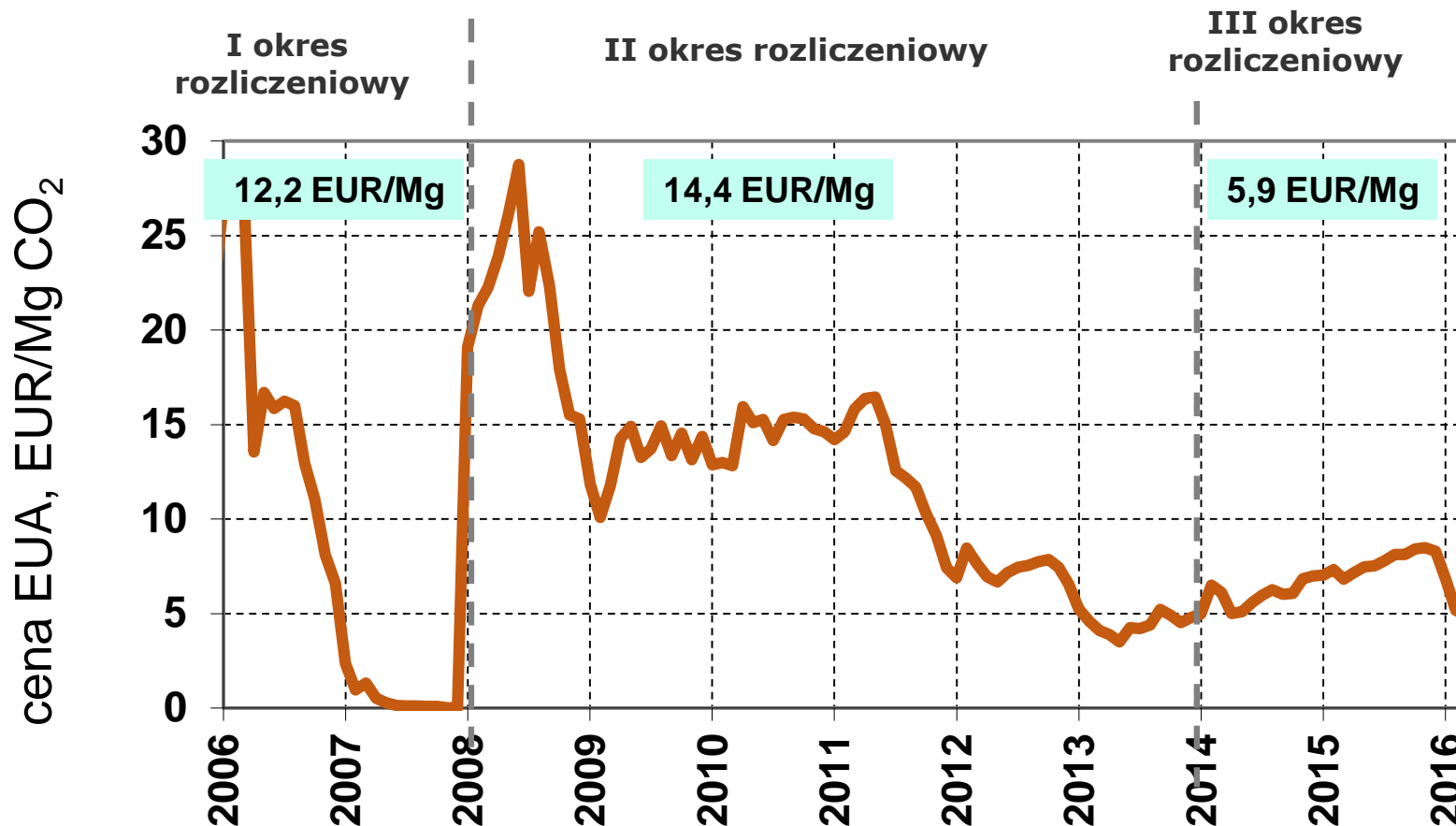
(ranking wg wielkości emisji w 2014 r.)



Rynek uprawnień do emisji CO₂

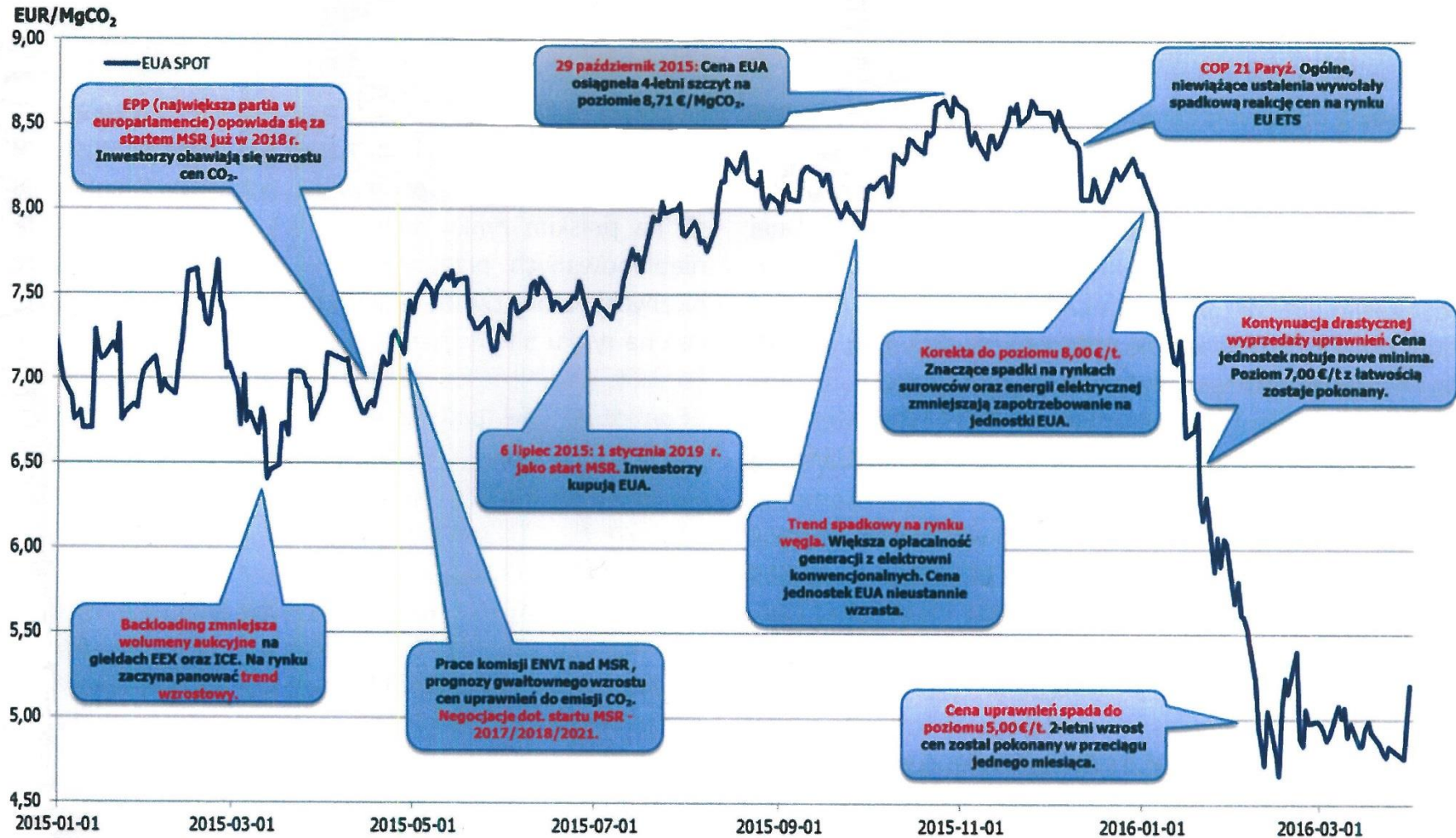
- ❑ Handel uprawnienia do emisji CO₂ w Europie (EUA – *European Union Allowance*) reguluje dyrektywa 2003/87/WE
- ❑ Funkcjonuje od stycznia 2005 r.; w ramach trzech okresów rozliczeniowych:
2005 – 2007, 2008 – 2012, 2013 – 2017
- ❑ Uprawnienia do emisji są zbywalne i podlegają obrotowi zarówno na giełdach, jak i na rynku pozagiełdowym (za pośrednictwem brokera, OTC – *Over the Counter*)
- ❑ Najbardziej płynnym rynkiem terminowym uprawnień do emisji CO₂ jest Europejska Giełda Klimatyczna (ECX – *European Climate Exchange*) z siedzibą w Londynie

Średnie miesięczne ceny uprawnień do emisji CO₂ – EUA



(źródło: opracowanie własne na podst. giełda ICE-EEX, 2006-2016)

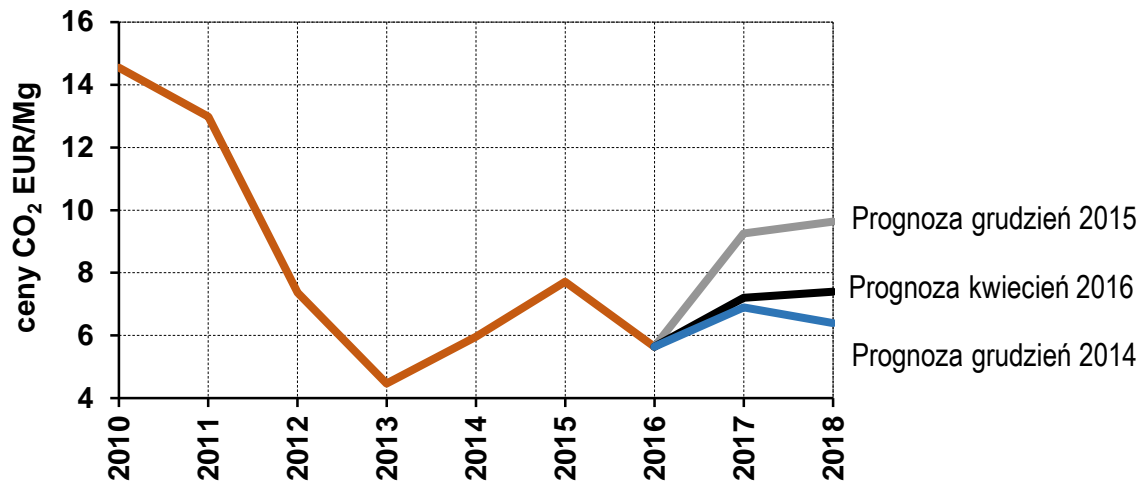
Notowania EUA SPOT – wpływ wydarzeń politycznych i gospodarczych



(źródło: Raport TOE – Rynek Energii Elektrycznej i Gazu w Polsce, 2016 r.)

Prognoza cen uprawnień do emisji CO₂ (EUR/Mg CO₂)

	Data prognozy		
Rok prognozy	grudzień 2014	grudzień 2015	kwiecień 2016
2016	7,4	5,6	5,6
2017	6,9	9,3	7,2
2018	6,4	9,6	7,4



(źródło: opracowanie własne na podst. DM Consus)

Główne czynniki oddziałujące na poziom cen uprawnień do emisji CO₂ w 2016 r.

- ❑ zmniejszenie wolumenu uprawnień do emisji na aukcjach pierwotnych – *backloadingu*, Konferencja COP 20 w Paryżu w sprawie nowego globalnego porozumienia klimatycznego, po wygasłym już protokole z Kyoto,
- ❑ możliwość wprowadzania przez Komisję Europejską czy Parlament Europejski dodatkowych uregulowań prawnych zmierzających do ograniczenia podaży uprawnień w przyszłości,
- ❑ kryzys zadłużeniowy państw strefy euro, którego efektem jest znaczne spowolnienie gospodarcze przechodzące w wielu krajach w recesję,
- ❑ duże zmiany cen surowców energetycznych,
- ❑ niepewność ekonomiczna rozwoju w UE i światowej gospodarki.

Analiza *Clean Dark Spread* (CDS) 1/2

$$\text{CDS} = C_{EE} - C_W - C_{CO_2} \quad [\text{zł/MW}\cdot\text{h}]$$

Parametr	Wariant I	Wariant II
C_{EE} – cena energii elektrycznej	od 150 do 220 zł/MW·h	
C_W – cena zakupu w. kamiennego	od 7 do 15 zł/GJ	
C_{CO_2} – cena pozwoleń na emisję	5 EUR/tonę CO ₂	
Kurs PLN/EUR	4,2	
Sprawność elektrowni	36%	45%
Emisja CO ₂	0,94 ton CO ₂ /MW·h	0,77 ton CO ₂ /MW·h

Analiza Clean Dark Spread (CDS), zł/MW·h 2/2

Cena węgla		Cena energii elektrycznej, zł/MW·h							
zł/GJ	zł/MW·h	150	160	170	180	190	200	210	220
		Cena uprawnień do emisji – 5 EUR/tonę CO ₂ ;				sprawność 36%			
7	70	60	70	80	90	100	110	120	130
8	80	50	60	70	80	90	100	110	120
9	90	40	50	60	70	80	90	100	110
10	100	30	40	50	60	70	80	90	100
11	110	20	30	40	50	60	70	80	90
12	120	10	20	30	40	50	60	70	80
13	130	0	10	20	30	40	50	60	70
14	140	-10	0	10	20	30	40	50	60
15	150	-20	-10	0	10	20	30	40	50
		Cena uprawnień do emisji – 5 EUR/tonę CO ₂ ;				sprawność 45%			
7	57	77	87	97	107	117	127	137	147
8	65	68	78	88	98	108	118	128	138
9	74	60	70	80	90	100	110	120	130
10	82	52	62	72	82	92	102	112	122
11	90	44	54	64	74	84	94	104	114
12	98	36	46	56	66	76	86	96	106
13	106	28	38	48	58	68	78	88	98
14	115	19	29	39	49	59	69	79	89
15	123	11	21	31	41	51	61	71	81

Pole zielone

techniczny koszt wytworzenia energii elektrycznej większy od 50 zł/MWh

Pole żółte

prognozowany poziom cen węgla i energii elektrycznej

Liczby kolor czerwony

koszt paliwa większy od cen energii elektrycznej

Parytet gazowy – węgla

1/2

Ocena konkurencyjności węgla w stosunku do gazu ziemnego przeznaczonego produkcji energii elektrycznej

W Polsce udział gazu ziemnego w produkcji energii elektrycznej jest na poziomie 3,4% (w 2014 r.) – tj. około 1,2 mld m³

Parytet „gazowy” (węgla) jest to taka cena węgla energetycznego (wyrażona w zł/GJ loco odbiorca), która daje koszty wytworzenia energii z węgla na poziomie równym kosztom wytworzenia energii z gazu (z uwzględnieniem sprawności spalania, kosztów emisyjnych, kosztów utylizacji odpadów, itp.).

Wyniki obliczeń pokazują jaki jest poziom konkurencyjnych cen węgla w porównaniu z cenami gazu ziemnego przeliczeniu na zł/GJ.

Parytet gazowy – węgla (zł/GJ)

2/2

Ocena konkurencyjności węgla w stosunku do gazu ziemnego przeznaczanego do produkcji energii elektrycznej

Cena gazu		Sprawność EI. 36%			Sprawność EI. 45%		
		ceny uprawnień do emisji CO ₂ , EUR/tonę					
USD/1000 m ³	zł/m ³	5	15	30	5	15	30
100	0,38	4,4	1,8		6,2	4,0	0,7
125	0,48	5,9	3,3		8,1	5,9	2,6
150	0,57	7,6	5,0	0,9	10,2	7,9	4,6
175	0,67	9,1	6,5	2,5	12,2	9,9	6,6
200	0,76	10,8	8,1	4,2	14,2	12,0	8,6
250	0,95	14,0	11,3	7,4	18,2	16,0	12,7
300	1,14	17,2	14,5	10,6	22,2	19,9	16,6
350	1,33	20,4	17,7	13,8	26,2	24,0	20,6
400	1,52	23,5	20,9	16,9	30,1	27,9	24,6
450	1,71	26,7	24,1	20,1	34,2	31,9	28,6
500	1,90	29,9	27,3	23,3	38,2	36,0	32,6
550	2,09	33,2	30,5	26,5	42,1	39,9	36,6

Parytet dla węgla o parametrach: 22 MJ/kg, 21% A, 0,8% S

Sprawność elektrowni gazowej 55%,
kaloryczność gazu – 36 GJ/1000 m³



zakres cen – ceny spot na giełdach w UE
zakres cen – rynek krajowy

- ❑ Emisja CO₂ w wyniku spalania węgla przez elektrownie wiąże się z koniecznością zakupu uprawnień do emisji;
- ❑ Przedstawiony schemat obliczeniowy pokazuje, jak przy danych warunkach rynkowych kształtuje się opłacalność produkcji energii elektrycznej z węgla;
- ❑ W obliczeniach pokazano zmianę CDS w funkcji zmian cen energii i zmian cen węgla przy założonych poziomach emisji.
- ❑ W tabelach wyróżniono trzy obszary wyników obrazujących, dla których CDS przyjmuje wartości:
 - ✓ **ujemne** – ceny energii nie pokrywają nawet kosztów paliwowych i kosztów uprawnień do emisji CO₂;
 - ✓ **powyżej 50 zł/MWh** (min. teoret. marży wytwórców), umożliwiając pokrycie kosztów prod. ee
 - ✓ **dodatnie, ale poniżej 50 zł/MWh** – ceny nie pokrywają całości kosztów stałych elektrowni

Podsumowanie 2/2

❑ Z obliczeń parytetu gazowego dla węgla wynika, że przy cenach gazu na poziomie 175 – 200 USD/1000 m³ (giełdy w UE), cena węgla zapewniająca taki sam koszt produkcji energii elektrycznej, to poziom w granicach 9–11 zł/GJ (przy cenach uprawnień do emisji 5 EUR/Mg CO₂).

W porównaniu do cen krajowych gazu ziemnego parytet gazowy można szacować w granicach 14–17 zł/GJ.

DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ