

20-23.10.2024, Zakopane

XXXVII Konferencja

*z cyklu: Zagadnienia surowców energetycznych
i energii w gospodarce krajowej*

www.min-pan.krakow.pl/se



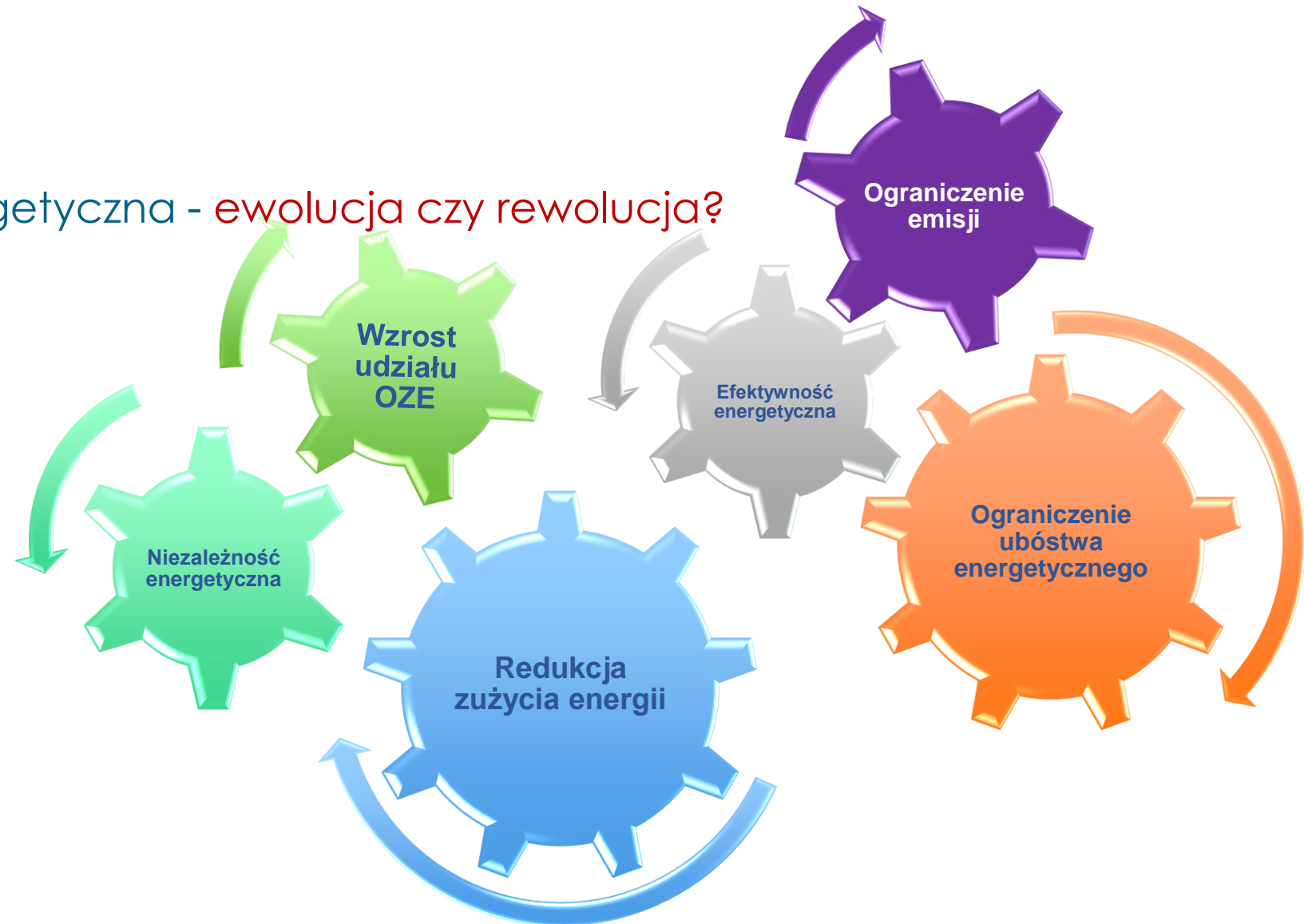
ROLA WĘGLA I GAZU W TRANSFORMACJI ENERGETYCZNEJ NIEMIEC

RADOSŁAW SZCZERBOWSKI



Wprowadzenie

Transformacja energetyczna - ewolucja czy rewolucja?





Wprowadzenie

- ❑ Ważnym krokiem w kierunku redukcji emisji gazów cieplarnianych i neutralności klimatycznej jest odejście od paliw kopalnych, takich jak węgiel i gaz ziemny, na rzecz źródeł bardziej przyjaznych dla środowiska, w szczególności energii odnawialnej.
- ❑ Spośród wszystkich źródeł energii, węgiel jest powszechnie uważany za najgorszy pod względem emisji gazów cieplarnianych, a zatem jest jednym z głównych celów europejskiej polityki transformacji niskoemisyjnej.
- ❑ Należy zauważyć, że od 1990 r. wydobywanie węgla kamiennego w Europie spadło o 77%, natomiast węgla brunatnego o 55% .



Wprowadzenie

- ❑ Sytuacja związana z wojną w Ukrainie wywołała ponowne spekulacje na temat możliwości powrotu węgla do energetyki.
- ❑ Pod koniec 2022 r. prawie 1/3 globalnej mocy zainstalowanej w elektrowniach węglowych (580 GW) posiadała już planowaną datę wycofania z eksploatacji, a znaczna część pozostałej mocy (1400 GW) jest objęta celami neutralności węglowej.
- ❑ Nadal jednak w 33 krajach rozważano budowę 350 GW nowych elektrowni węglowych, a około 192 GW było w budowie.



Wprowadzenie

- ❑ W 2021 r. moc zainstalowana w chińskich elektrowniach przekroczyła moc zainstalowaną w reszcie świata. Nowe moce węglowe w budowie w Chinach wzrosły o 38% (z 266 GW do 366 GW). Chiny odpowiadają obecnie za dwie trzecie globalnych mocy w fazie rozwoju.
- ❑ Całkowita moc zainstalowana w chińskich elektrowniach węglowych to ok. 1200 GW, a produkcja energii elektrycznej z węgla stanowi ponad 60%.
- ❑ Moc zainstalowana w instalacjach fotowoltaicznych przekroczyła 700 GW, a w elektrowniach wiatrowych 500 GW.



Wprowadzenie

- Wydaje się, że krajem, który wywiera zdecydowanie największy wpływ na politykę energetyczną krajów Unii Europejskiej są Niemcy. Zainicjowana w 2011 r. niemiecka transformacja energetyczna **Energiewende**, zaproponowana przez rząd, ze względu na narzucone tempo zmian, stanowi nową jakość w strategii energetycznej Niemiec.
- Energiewende stanowi przełom energetyczny w Niemczech, który przede wszystkim związany z dynamicznym rozwojem odnawialnych źródeł energii i planem wyłączenia z eksploatacji elektrowni jądrowych, a w dalszej perspektywie również węglowych.



POLITECHNIKA POZNAŃSKA

XXXVII KONFERENCJA - ZAKOPANE 2023
ROLA WĘGLA I GAZU W TRANSFORMACJI ENERGETYCZNEJ NIEMIEC
RADOSŁAW SZCZERBOWSKI

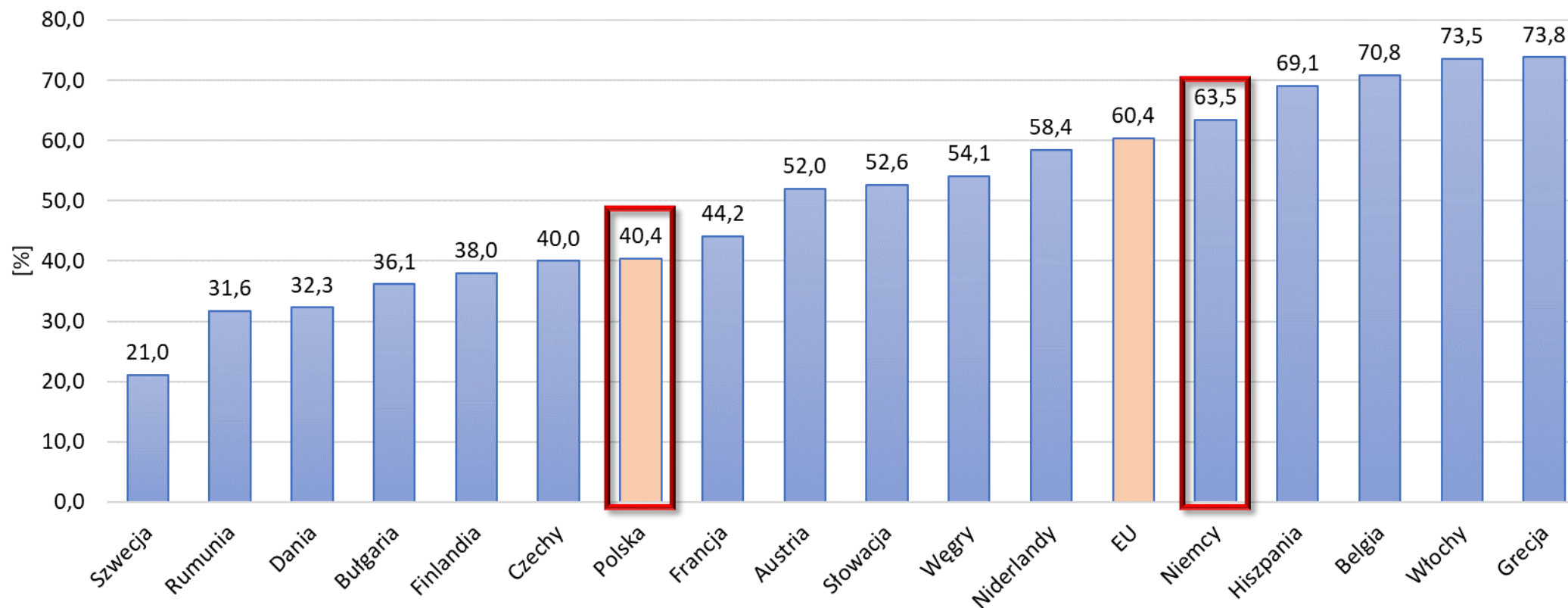


WYDZIAŁ
INŻYNIERII ŚRODOWISKA
I ENERGETYKI

Węgiel i gaz w europejskiej energetyce

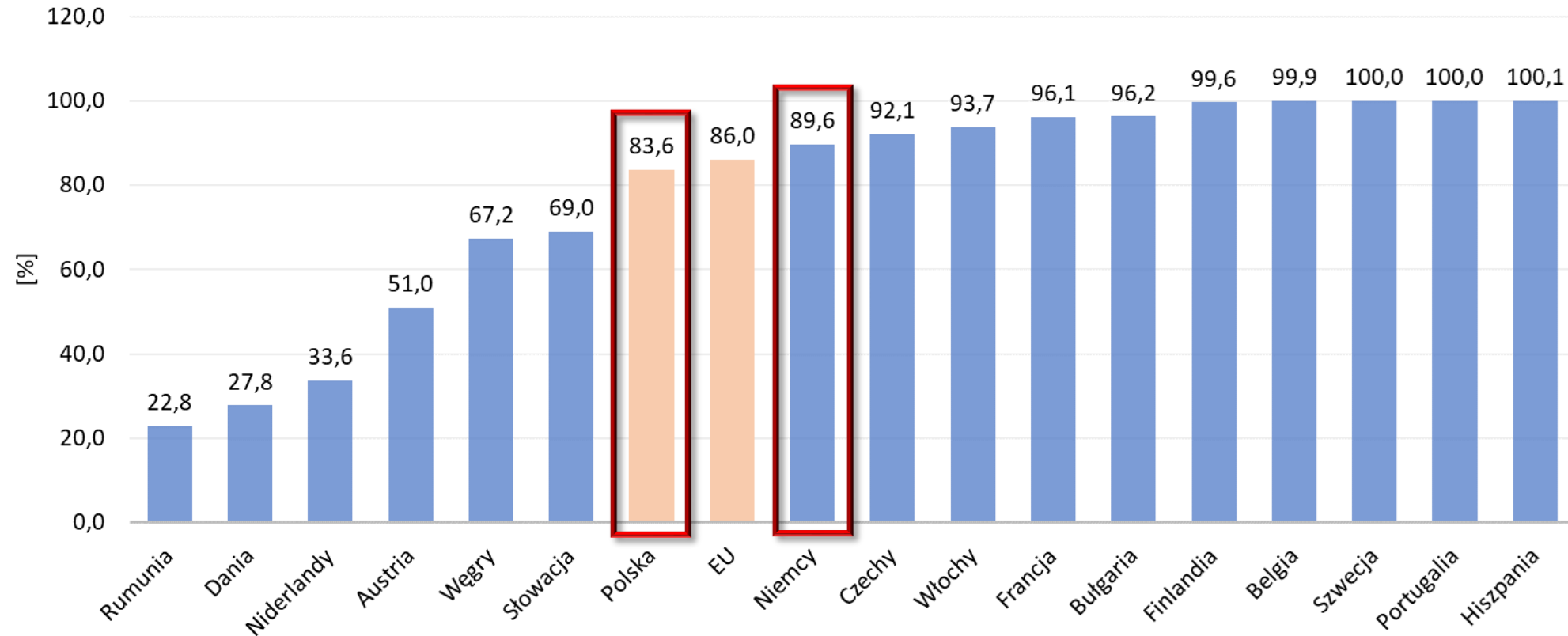


Węgiel i gaz w europejskiej energetyce

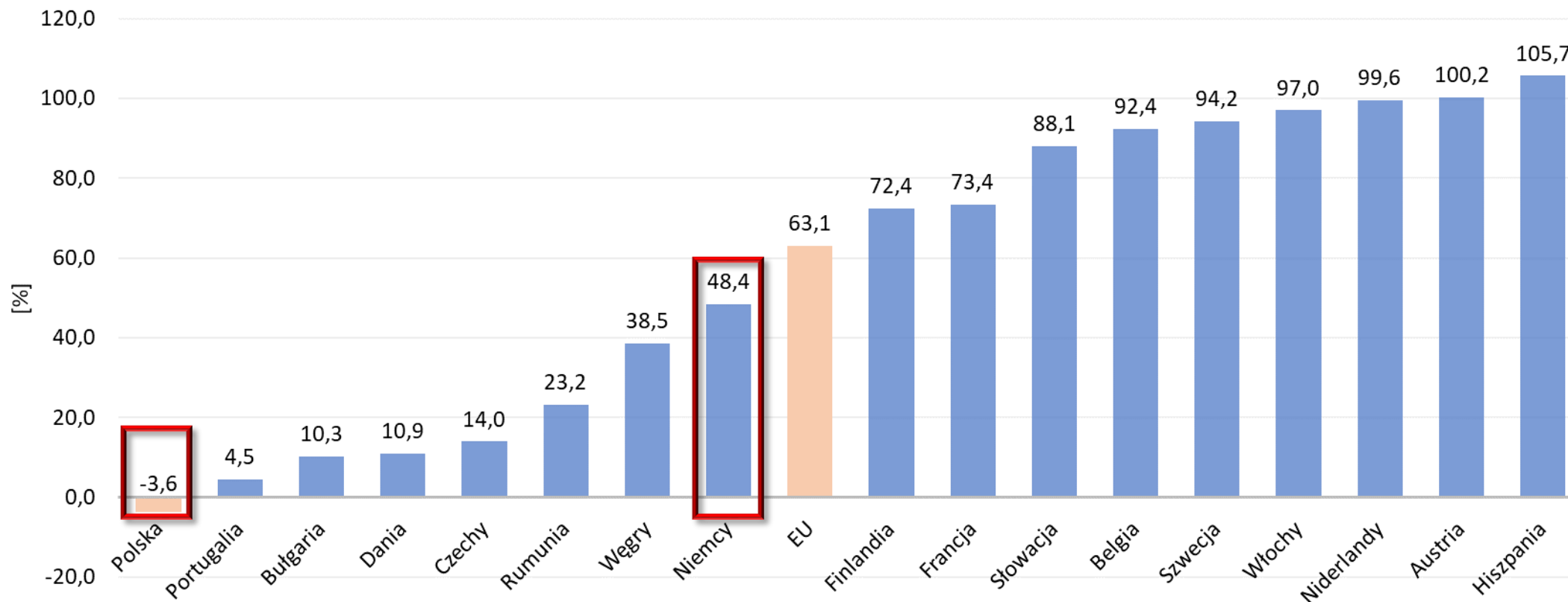


Poziom zależności energetycznej wybranych krajów Unii Europejskiej (2021r)

Węgiel i gaz w europejskiej energetyce

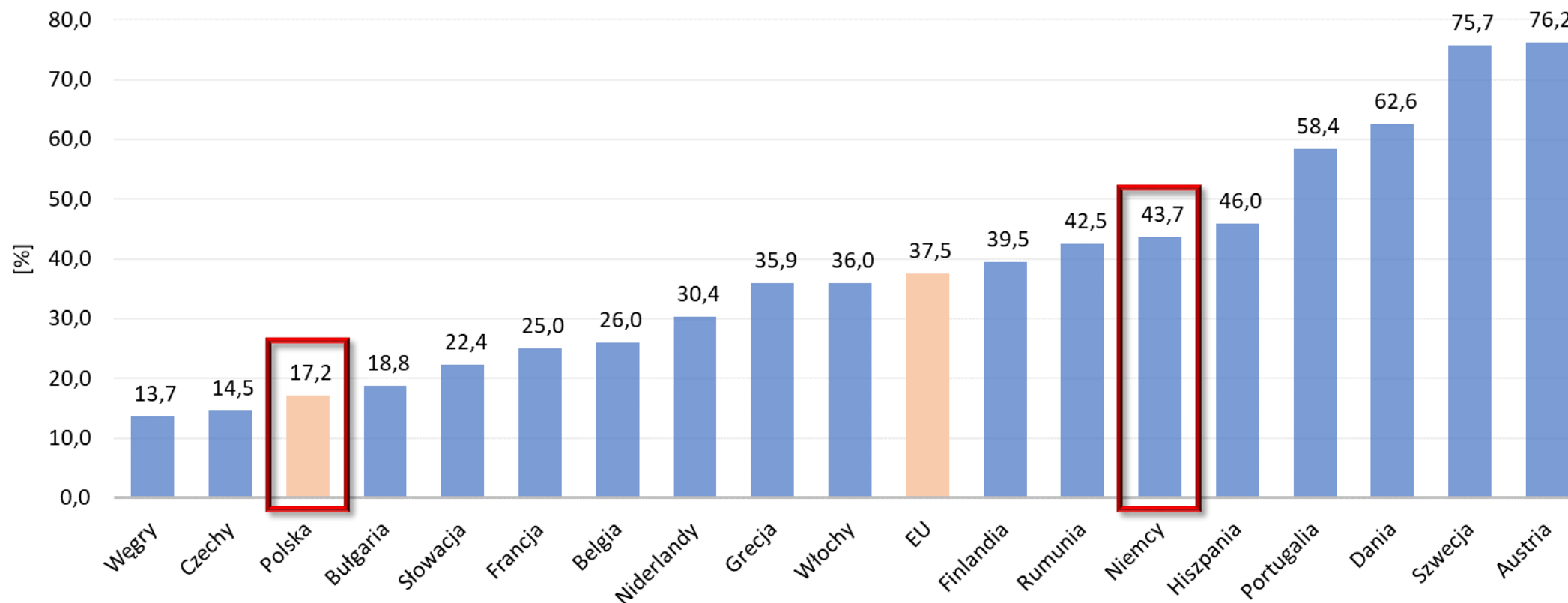


Poziom zależności energetycznej wybranych krajów Unii Europejskiej w zakresie importu gazu ziemnego (2021r)



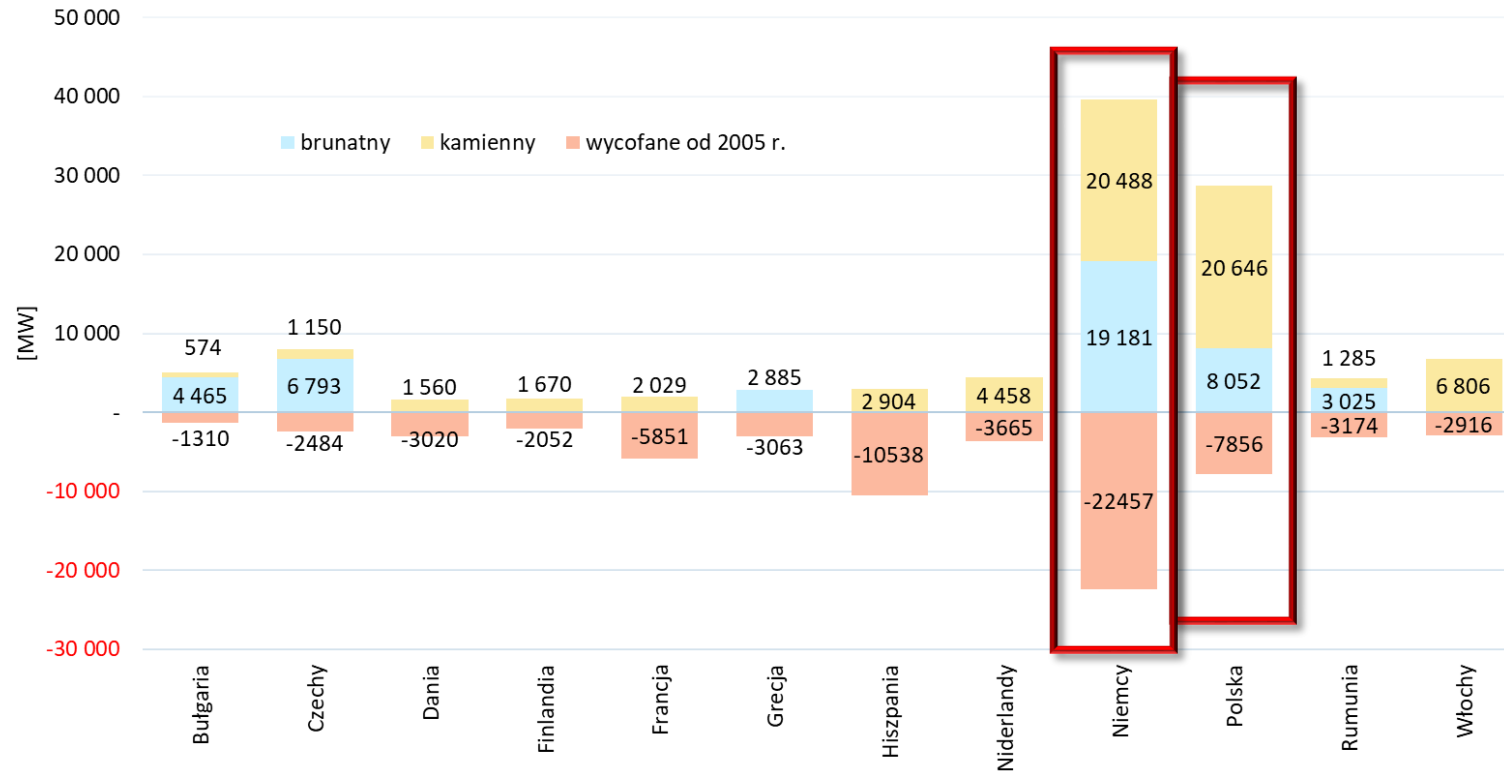
Poziom zależności energetycznej wybranych krajów Unii Europejskiej w zakresie importu węgla (2021r)

Węgiel i gaz w europejskiej energetyce



Udział energii odnawialnej w zużyciu energii elektrycznej wybranych krajów Unii Europejskiej (2021r)

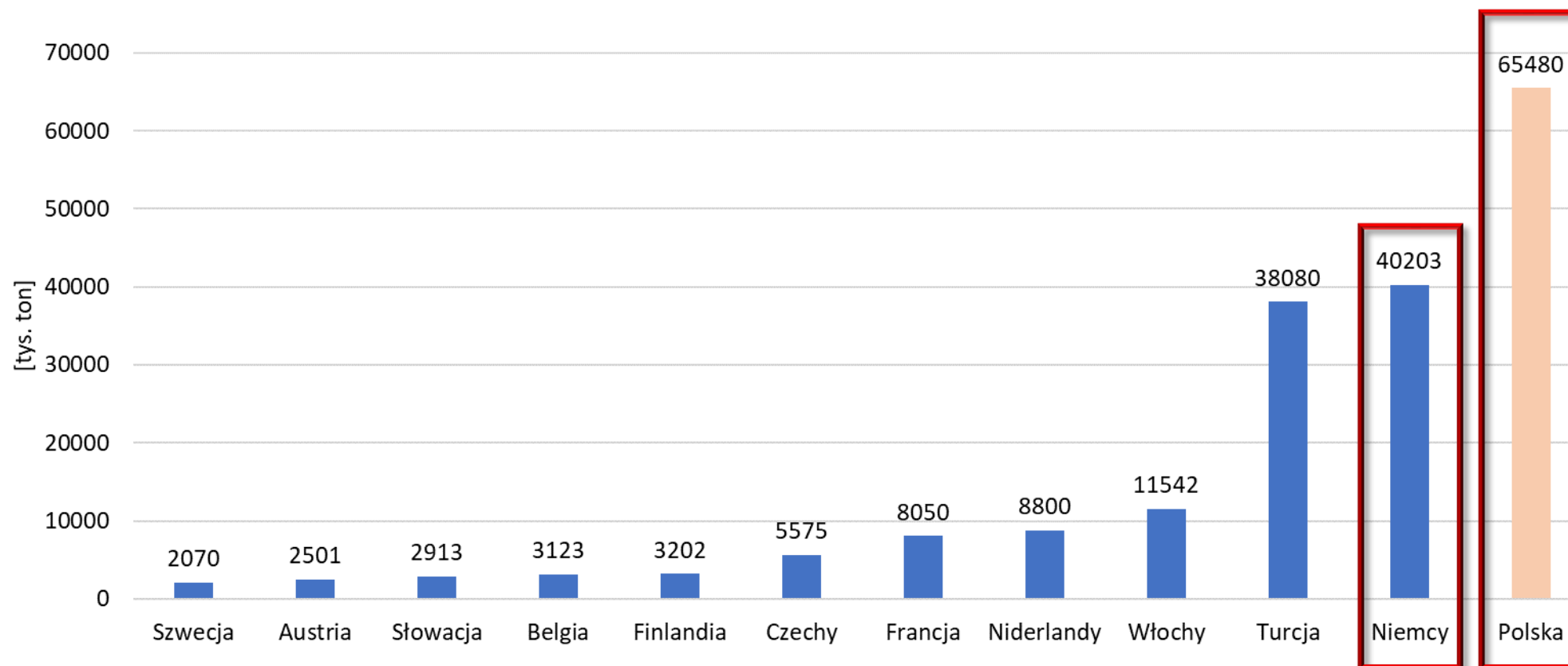
Węgiel i gaz w europejskiej energetyce



Moce elektrowni węglowych w wybranych krajach europejskich (2023r)



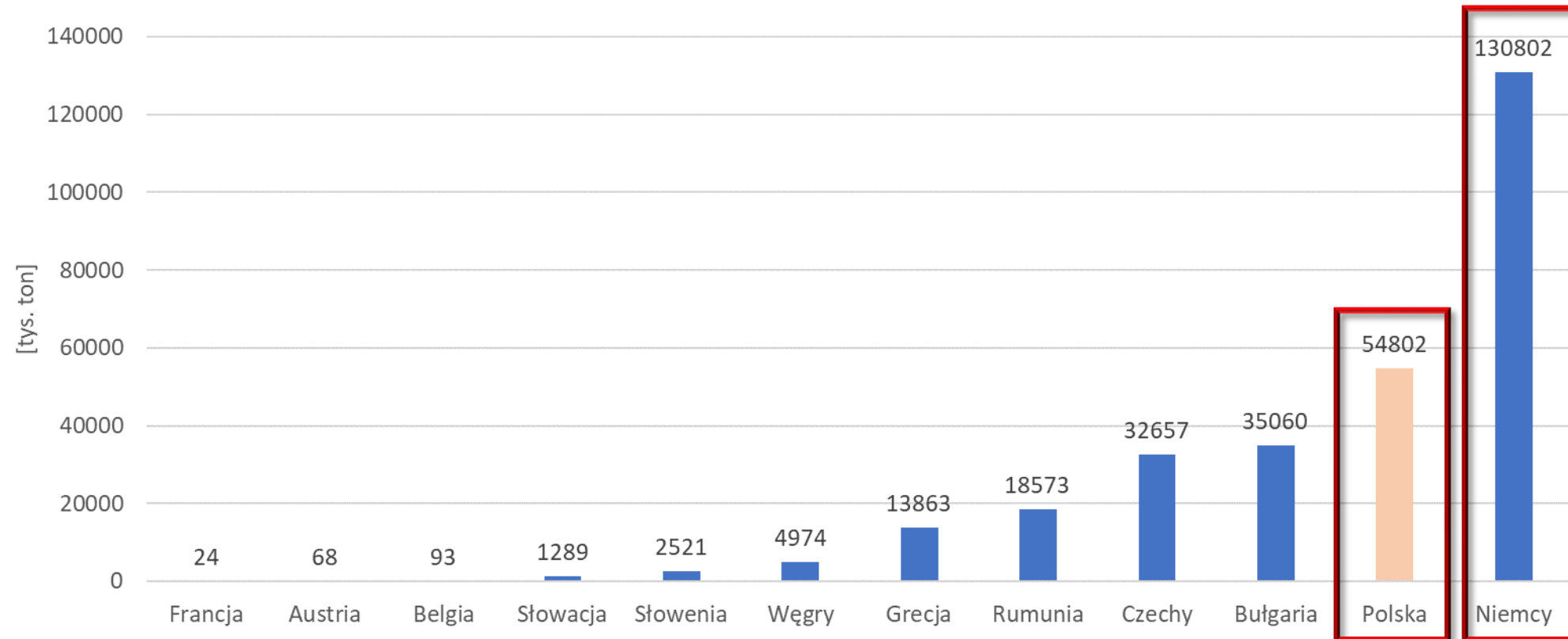
Węgiel i gaz w europejskiej energetyce



Zużycie węgla kamiennego w energetyce w wybranych krajach europejskich (2022r)



Węgiel i gaz w europejskiej energetyce



Zużycie węgla brunatnego w energetyce w wybranych krajach europejskich (2022r)



POLITECHNIKA POZNAŃSKA

XXXVII KONFERENCJA - ZAKOPANE 2023
ROLA WĘGLA I GAZU W TRANSFORMACJI ENERGETYCZNEJ NIEMIEC
RADOSŁAW SZCZERBOWSKI



WYDZIAŁ
INŻYNIERII ŚRODOWISKA
I ENERGETYKI

Niemiecki system energetyczny



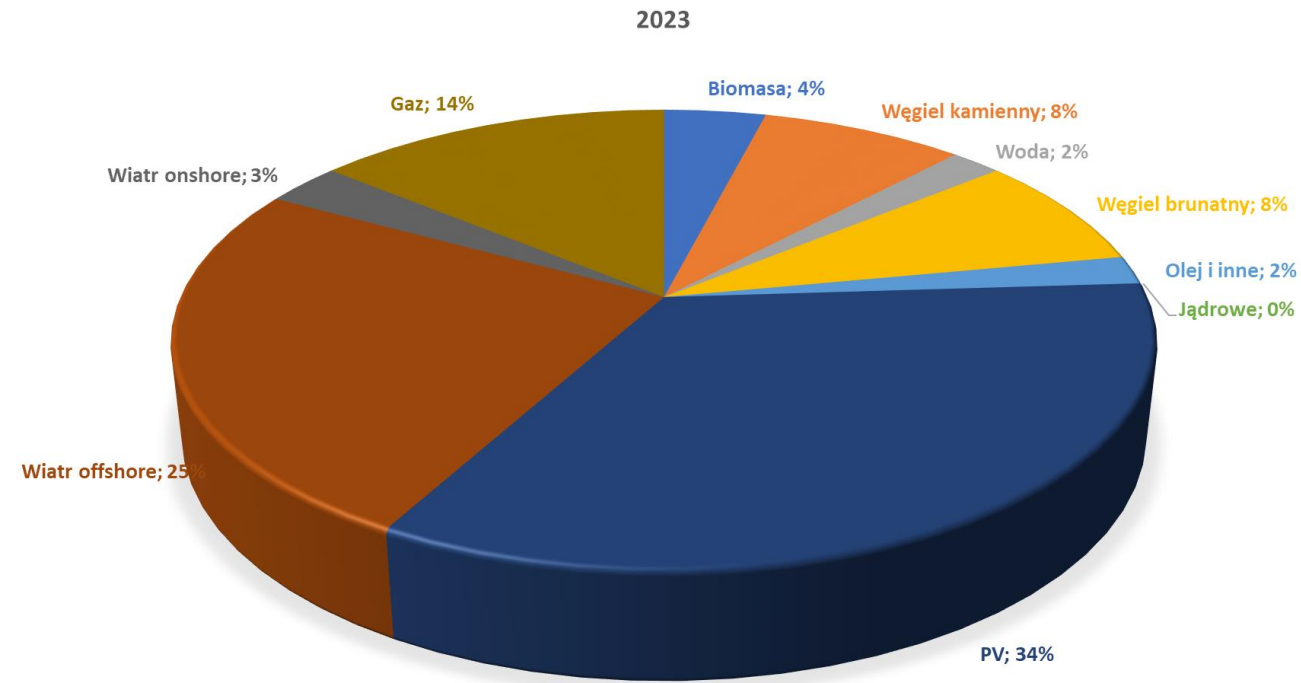
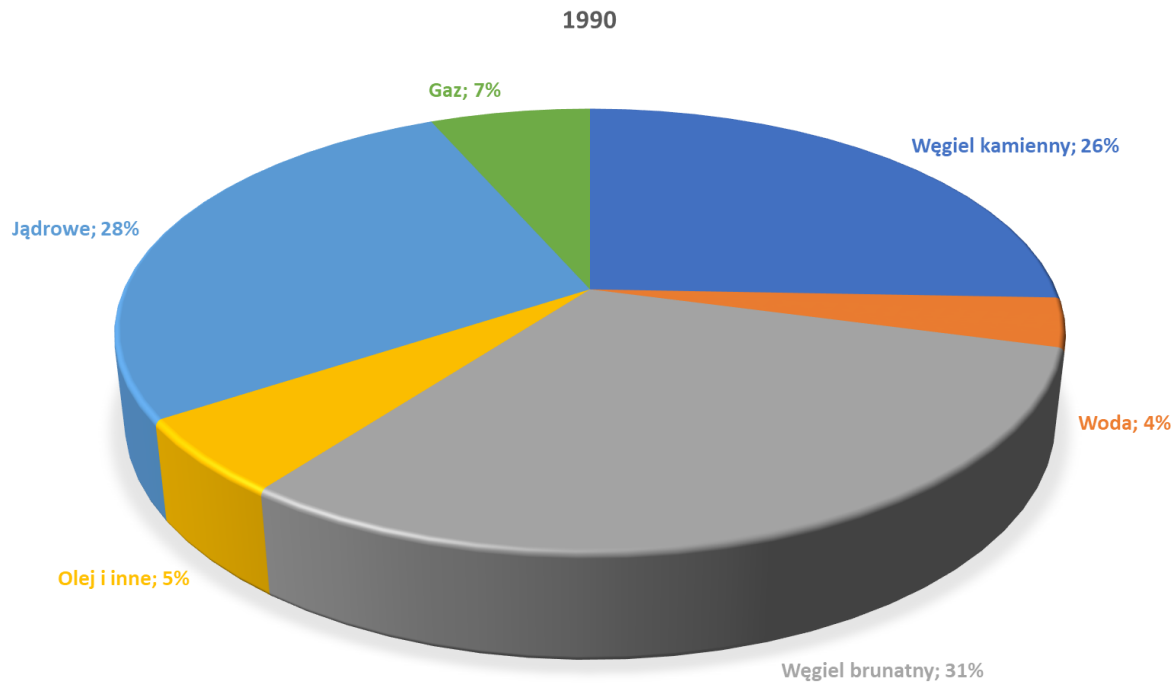


Niemiecki system energetyczny

- ❑ Historia rozwoju niemieckiej polityki energetycznej **Energiewende** wywodzi się z drobnych, lokalnych inicjatyw, które pojawiły się na początku lat 90. ubiegłego wieku.
- ❑ Momentem przełomowym było uchwalenie **ustawy o odnawialnych źródłach energii w 2000 r.**
- ❑ Wspomniana ustawa o OZE, wprowadziła system wsparcia dla odnawialnych źródeł energii, zapewniający im gwarantowaną taryfę przez 20 lat oraz pierwszeństwo zakupu przez operatorów sieci.



Niemiecki system energetyczny



Procentowe udziały mocy zainstalowanej źródeł wytwórczych w roku 1990 i 2023 w Niemczech



Niemiecki system energetyczny

- ❑ Od 2005 r. wycofane zostało z niemieckiego systemu ponad 22 GW mocy w elektrowniach węglowych. Pomimo tego, niemiecki system energetyczny dysponuje największą mocą zainstalowaną w elektrowniach węglowych w Europie, moc ta wynosi prawie 40 GW.
- ❑ Rezygnacja z energetyki węglowej jest kluczowym elementem transformacji energetycznej oraz polityki klimatycznej Niemiec. Wraz z wejściem w życie „Ustawy o ograniczeniu i zaprzestaniu produkcji energii elektrycznej z węgla” z 2020 r., postanowiono najpóźniej do 2038 r. zakończyć produkcję energii elektrycznej z węgla.

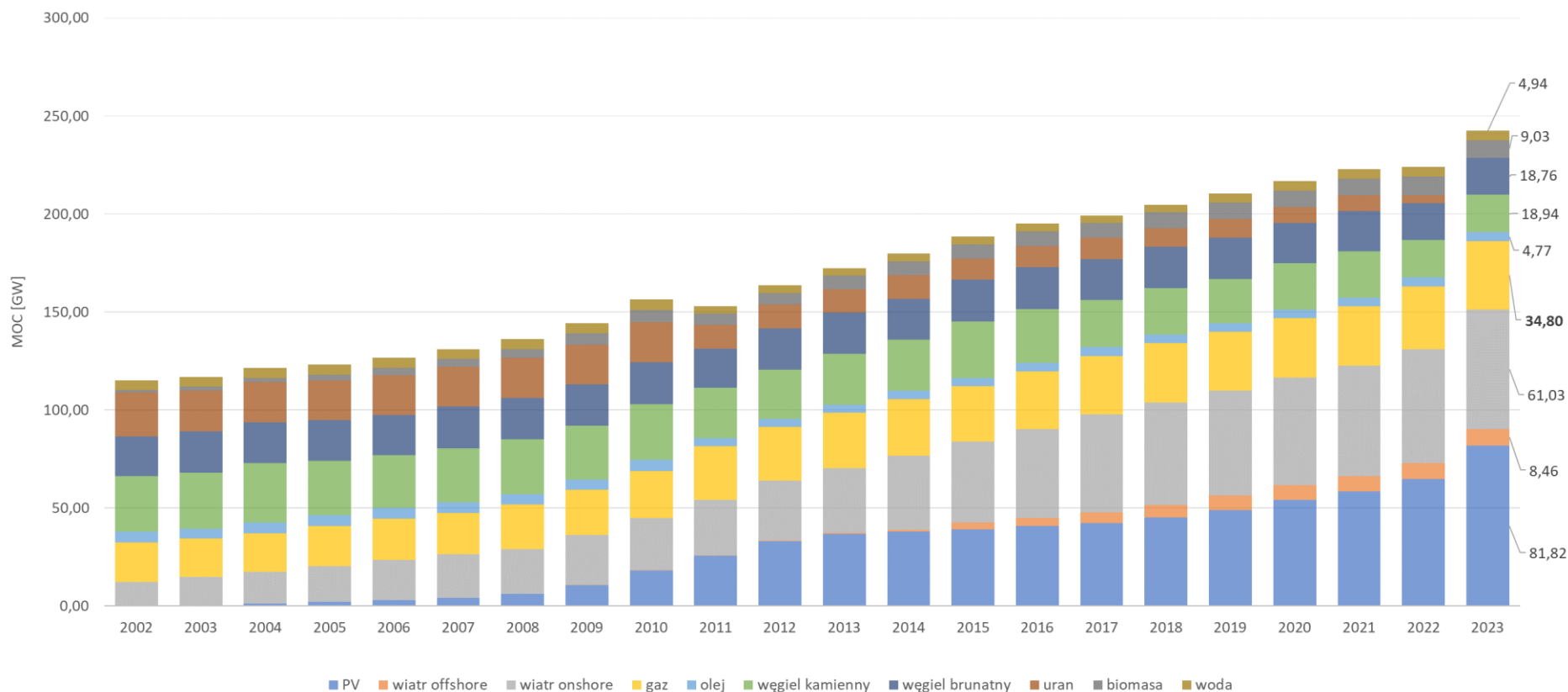


Niemiecki system energetyczny

Liczba i moc działających elektrowni opalanych węglem brunatnym i kamiennym (2021)

		Razem		Małe elektrownie do 100 MW		Duże elektrownie pow. 100 MW	
		Liczba	Moc [GW]	Liczba	Moc [GW]	Liczba	Moc [GW]
Węgiel kamienny		67	23,8	12	0,8	55	23,0
Czynne elektrownie	Uruchomione przed 1990 r.	40	11,3	10	0,6	30	10,7
	Uruchomione po 1990 r.	15	8,6	1	0,1	14	8,6
W rezerwie		7	2,3	1	0,1	6	2,2
Zaplanowane do zamknięcia		5	1,5	0	0	5	1,5
Węgiel brunatny		44	20,5	6	0,5	38	20,0
Czynne elektrownie	Uruchomione przed 1990 r.	21	8,7	2	0,1	19	8,6
	Uruchomione po 1990 r.	15	9,0	4	0,3	11	8,7
Rezerwa	Już przeniesione	3	0,9	0	0	3	0,9
	Do przeniesienia	5	1,8	0	0	5	1,8
Razem węgiel brunatny i kamienny		111	44,2	18	1,3	93	43,0

Niemiecki system energetyczny



Sumaryczna moc zainstalowana w źródłach wytwórczych w Niemczech na przestrzeni lat 2002-2023



Niemiecki system energetyczny

- ❑ W niemieckim miksie energetycznym energia jądrowa w 2000 r. wytwarzała ok. 30% energii, jeszcze w 2021 r. zapewniała około 12% zapotrzebowania na energię, przy ok. 4% udziale w mocy zainstalowanej.
- ❑ Zgodnie z decyzjami rządu i parlamentu Niemiec, ostatnie elektrownie jądrowe zostały wyłączone w 2023 r.
- ❑ Natomiast co istotne od początku przemian energetycznych w Niemczech powoli wzrasta udział w mocy zainstalowanej źródeł gazowych, który wynosi obecnie ponad 34 GW, a produkcja energii elektrycznej z gazu to już ponad 17% całkowitej produkcji i w 2023 r. wyniosła ponad 89 TWh.



Niemiecki system energetyczny

- ❑ Według niemieckiego Ministerstwa Energii ponad 75% gospodarstw domowych ogrzewa się za pomocą paliw kopalnych w tym 25% indywidualnych systemów grzewczych jest opartych na oleju opałowym.
- ❑ Paliwo gazowe odpowiada za prawie 50% produkcji ciepła dla odbiorców indywidualnych w Niemczech.
- ❑ Wykorzystanie ciepła sieciowego w Niemczech jest stosunkowo niewielkie i wynosi ok. 14% źródeł ciepła



POLITECHNIKA POZNAŃSKA

XXXVII KONFERENCJA - ZAKOPANE 2023
ROLA WĘGLA I GAZU W TRANSFORMACJI ENERGETYCZNEJ NIEMIEC
RADOSŁAW SZCZERBOWSKI



WYDZIAŁ
INŻYNIERII ŚRODOWISKA
I ENERGETYKI

Niemiecki system energetyczny w 2050 roku



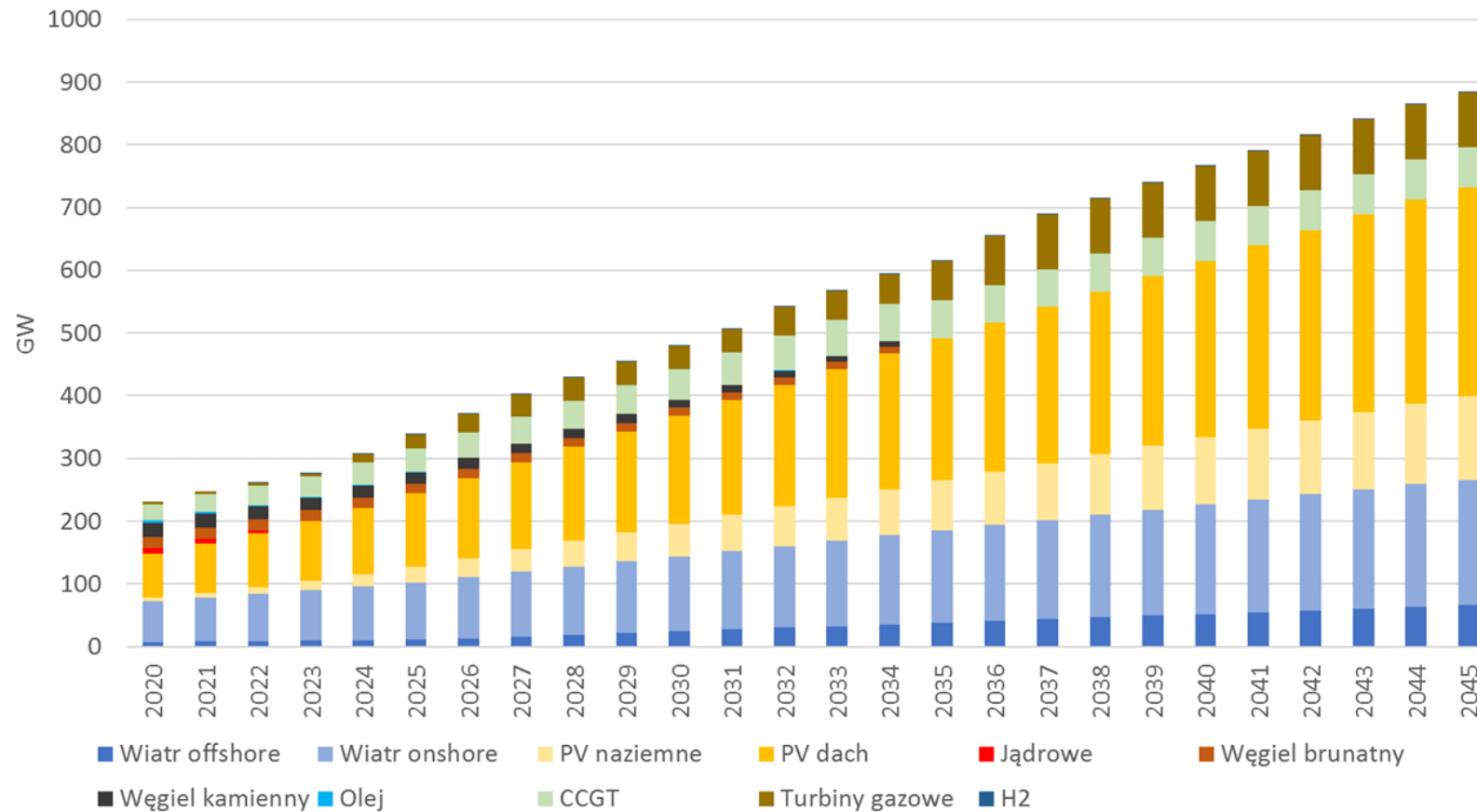


Niemiecki system energetyczny w 2050 roku

- Według scenariusza referencyjnego opracowanego w Instytucie Fraunhofera, w 2045 r. sumaryczna moc zainstalowana w źródłach wiatrowych i fotowoltaice ma wynosić ponad 690 GW.
- Zgodnie z tymi założeniami w niemieckim systemie elektroenergetycznym zainstalowanych będzie ponadto ok. 152 GW mocy w elektrowniach z turbinami gazowymi zasilanymi metanem lub wodorem oraz elektrowniach i elektrociepłowniach gazowo-parowych.
- Łączna sumaryczna moc zainstalowana w systemie elektroenergetycznym w 2045 r. przekroczy 880 GW



Niemiecki system energetyczny w 2050 roku



Sumaryczna moc zainstalowana w źródłach wytwórczych w Niemczech do 2045 r.



Niemiecki system energetyczny w 2050 roku

- ❑ Do 2045 r. zakładany jest **znaczny wzrost mocy zainstalowanej w paliwie gazowym.**
- ❑ Z ekologicznego punktu widzenia gaz ziemny jest znacznie mniej szkodliwy niż węgiel. Emisja CO₂ z jednej kilowatogodziny energii elektrycznej z elektrowni opalanych gazem ziemnym jest o połowę mniejsza niż z elektrowni opalanych węglem kamiennym i stanowi tylko około jednej trzeciej emisji z elektrowni opalanych węglem brunatnym.
- ❑ Zatem eliminacja węgla z energetyki i zastąpienie go gazem pozwoli w perspektywie 2045 r. na znaczną redukcję emisji gazów cieplarnianych.

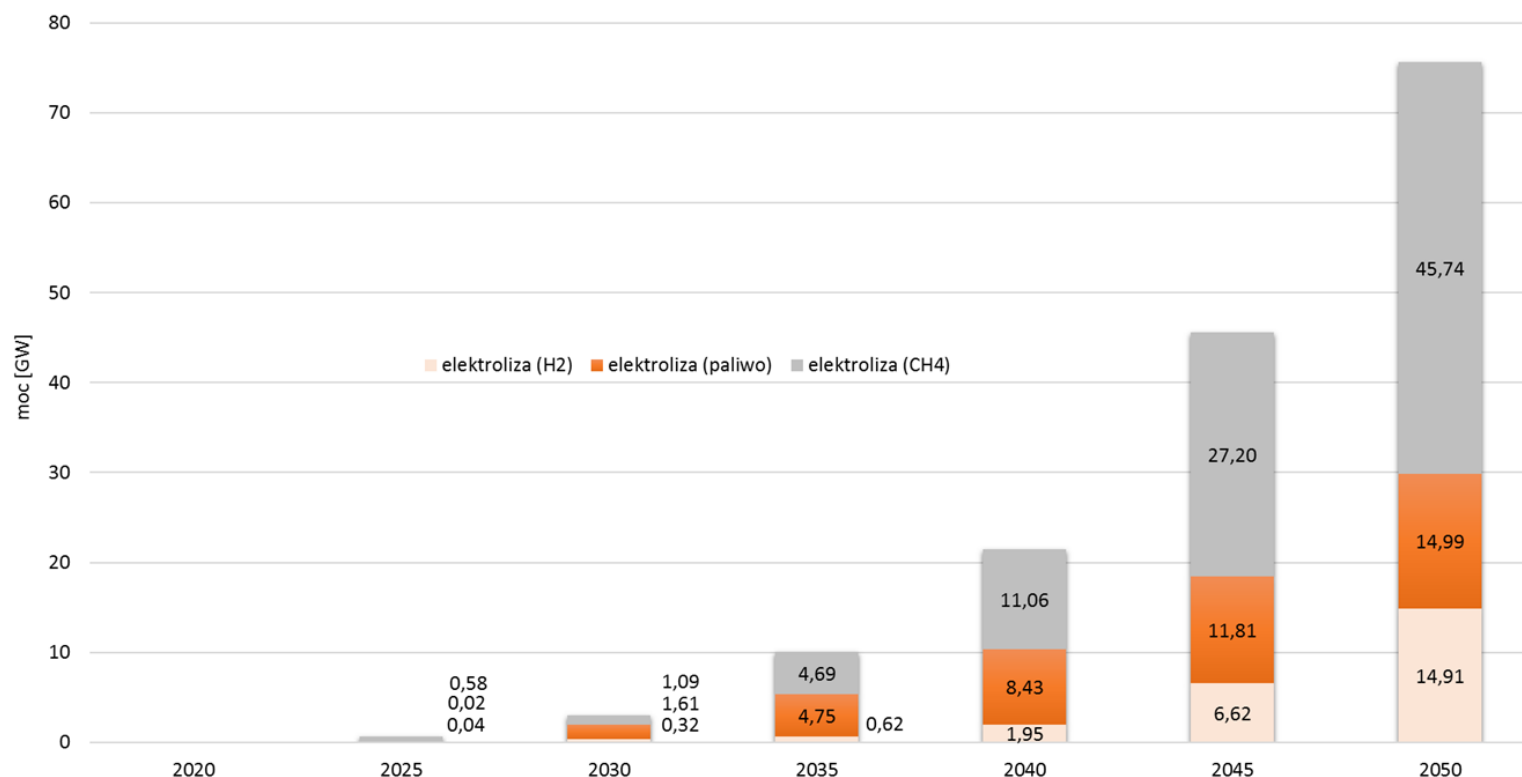


Niemiecki system energetyczny w 2050 roku

- ❑ W perspektywie długoterminowej, mniej więcej od 2040 r., coraz bardziej znaczący w wytwarzaniu energii elektrycznej będzie udział gazu syntetycznego zamiast gazu ziemnego.
- ❑ Gaz ten będzie wytwarzany w oparciu o wodór produkowany z energii odnawialnej z wykorzystaniem technologii *Power to Gas*.
- ❑ Według scenariusza referencyjnego, w 2050 r. sumaryczna moc elektrolizerów w niemieckim systemie energetycznym wyniesie ponad 75 GW.

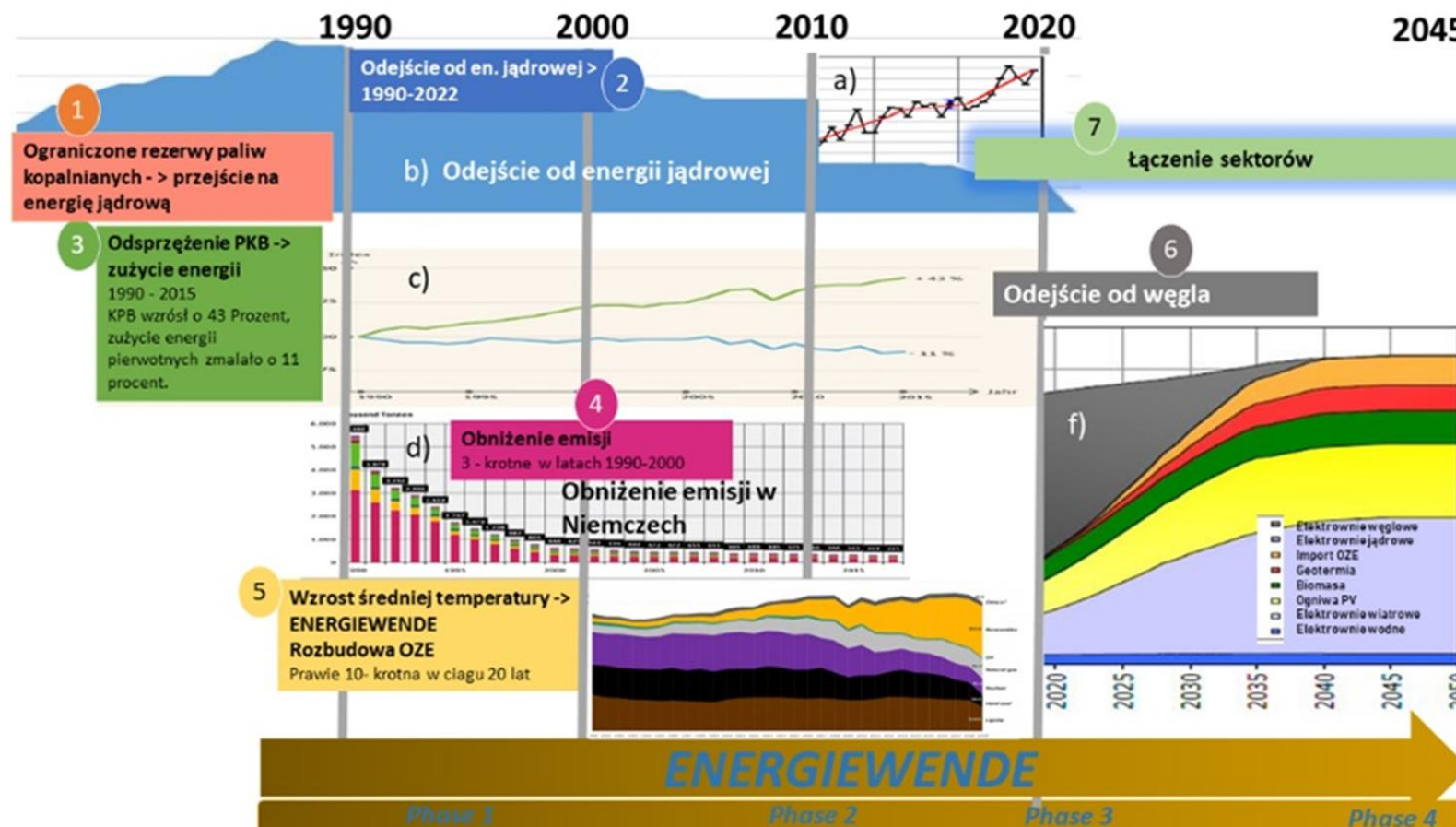


Niemiecki system energetyczny w 2050 roku



Prognozowany wzrost mocy zainstalowanej w elektrolizerach do 2050 r.

Niemiecki system energetyczny w 2050 roku





POLITECHNIKA POZNAŃSKA

XXXVII KONFERENCJA - ZAKOPANE 2023
ROLA WĘGLA I GAZU W TRANSFORMACJI ENERGETYCZNEJ NIEMIEC
RADOSŁAW SZCZERBOWSKI



WYDZIAŁ
INŻYNIERII ŚRODOWISKA
I ENERGETYKI

Podsumowanie





Podsumowanie

- ❑ Niemcy posiadają obecnie około 90 GW mocy w tzw. źródłach sterowalnych: elektrowniach węglowych, gazowych, wodnych i tych na biomasę. Mają również około 9 GW elektrowni szczytowo-pompowych.
- ❑ Oznacza to, że niemieckie obciążenie szczytowe wynoszące około 80 GW może być zaspokojone nawet w dni bez energii wiatrowej i słonecznej.
- ❑ Zapotrzebowanie na energię elektryczną będzie jednak nadal rosło w ciągu najbliższych kilku lat. Coraz więcej osób jeździ samochodami elektrycznymi i ogrzewa swoje domy pompami ciepła. Jednocześnie coraz więcej elektrowni węglowych ma być wyłączanych z systemu.



Podsumowanie

- ❑ Rząd Niemiec wyznaczył długoterminowy cel w zakresie rozwoju energii odnawialnej, której udział w końcowym zużyciu energii powinien osiągnąć 60% w 2050 r., a ponad 80% zużywanej energii elektrycznej będzie generowane przez źródła odnawialne.
- ❑ Jeśli Niemcy rzeczywiście osiągną swój cel w zakresie rozwoju odnawialnych źródeł energii, niezależność energetyczna Niemiec będzie bardzo stabilna.



Podsumowanie

- ❑ Według badań udział bloków gazowych w niemieckim systemie energetycznym powinien do 2030 r. wzrosnąć o prawie 10 GW nowych elektrowni – docelowo zasilanych wodorem (w latach 2035-2040).
- ❑ W przypadku kiedy nie powstanie system magazynów energii wielkość ta powinna wzrosnąć o kolejne 9 GW. **Zatem udział gazu w niemieckim systemie energetycznym może w najbliższych latach wzrosnąć w sposób znaczący.**
- ❑ Stąd też próba przyspieszenia odejścia z paliwa gazowego w ciepłownictwie indywidualnym, które do 2045 r. będzie musiało korzystać wyłącznie ze źródeł OZE.



Podsumowanie

- ❑ Natomiast udział gazu w miksie energetycznym jest silnie zależny od możliwości jego pozyskania na rynkach światowych.
- ❑ Niemcy od momentu konfliktu na Ukrainie skutecznie doprowadziły do uniezależnienia się od gazu z Rosji, który zapewniał ok. 60% zużycia.
- ❑ Podpisane porozumienie z Norwegią zapewni dostawy 1/3 gazu ziemnego, a w przyszłości także wodoru co najmniej do 2034 r.

20-23.10.2024, Zakopane

XXXVII Konferencja

*z cyklu: Zagadnienia surowców energetycznych
i energii w gospodarce krajowej*

www.min-pan.krakow.pl/se



ROLA WĘGLA I GAZU W TRANSFORMACJI ENERGETYCZNEJ NIEMIEC

RADOSŁAW SZCZERBOWSKI