

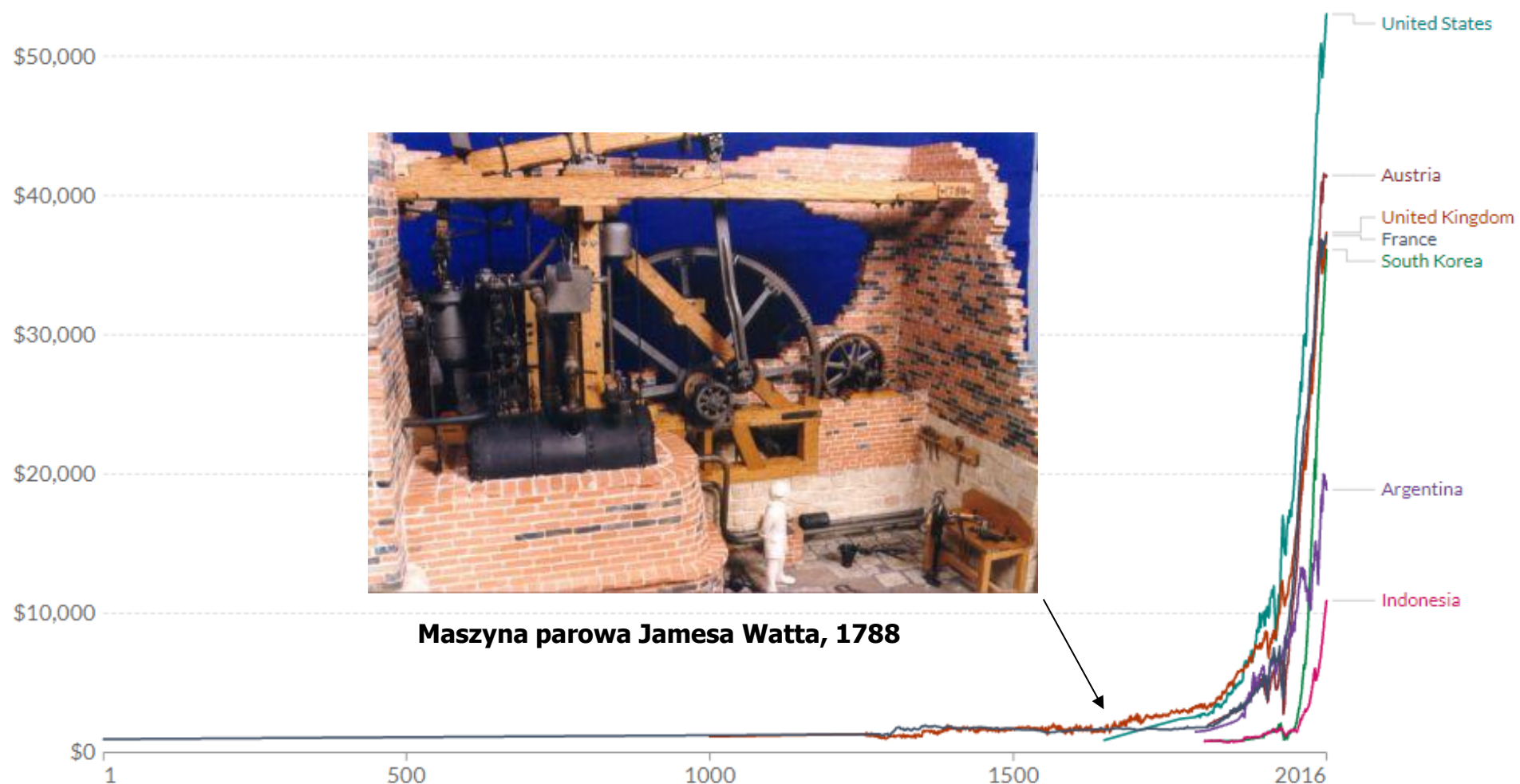
Wykład:

***Transformacja energetyczna
w kontekście bezpieczeństwa,
niezależności, środowiska i cen***

GDP per capita (1-2016)



Maszyna parowa Jamesa Watta, 1788



Source: Maddison Project Database 2020 (Bolt and van Zanden (2020))

OurWorldInData.org/economic-growth • CC BY

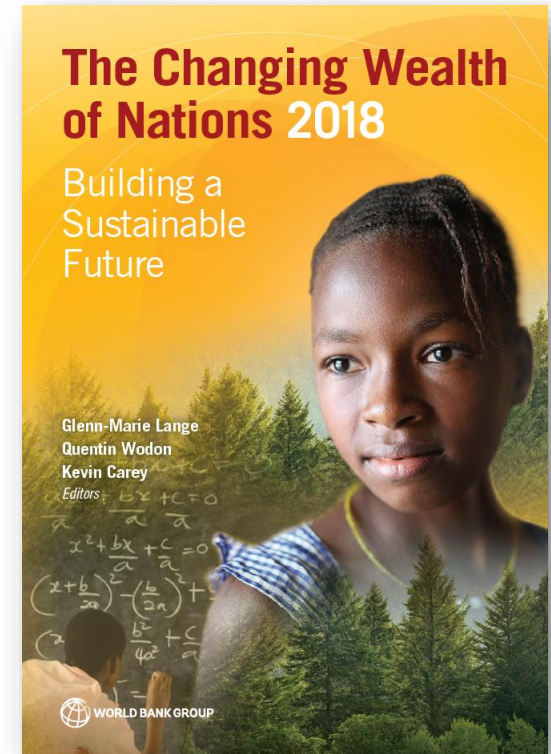
Źródło: <https://ourworldindata.org/grapher/maddison-data-gdp-per-capita-in-2011us-single-benchmark>

Rewolucje przemysłowe

Rewolucja przemysłowa	Czas trwania	Główne źródła energii	Kluczowe surowce
I	XVIII w. – pocz. XIX w.	Węgiel, energia wodna	węgiel, żelazo, bawełna, drewno
II	koniec XIX – pocz. XX w.	Węgiel, ropa, elektryczność	stal, ropa naftowa, guma, miedź
III	2. poł. XX w.	Energia jądrowa, ropa, gaz	krzem, tworzywa sztuczne, aluminium, uran, gaz
IV	XXI w. (trwa)	Energia odnawialna, wodór, inteligentne systemy	metale ziem rzadkich (neodym), lit, kobalt, krzem, miedź, srebro

Kapitał naturalny per capita

Kraj	Kapitał naturalny (w USD per capita)
1.Katar	660 305
2.Kuwejt	591 229
3.ZEA	259 428
4.Arabia Saudyjska	252 186
5.Australia	180 792
6.Norwegia	103 184
7.Gabon	95 461
8.Oman	95 238
9.Surinam	86 572
10.Irak	71 520
75.Polska	10 353



Źródło: World Bank, 2018.

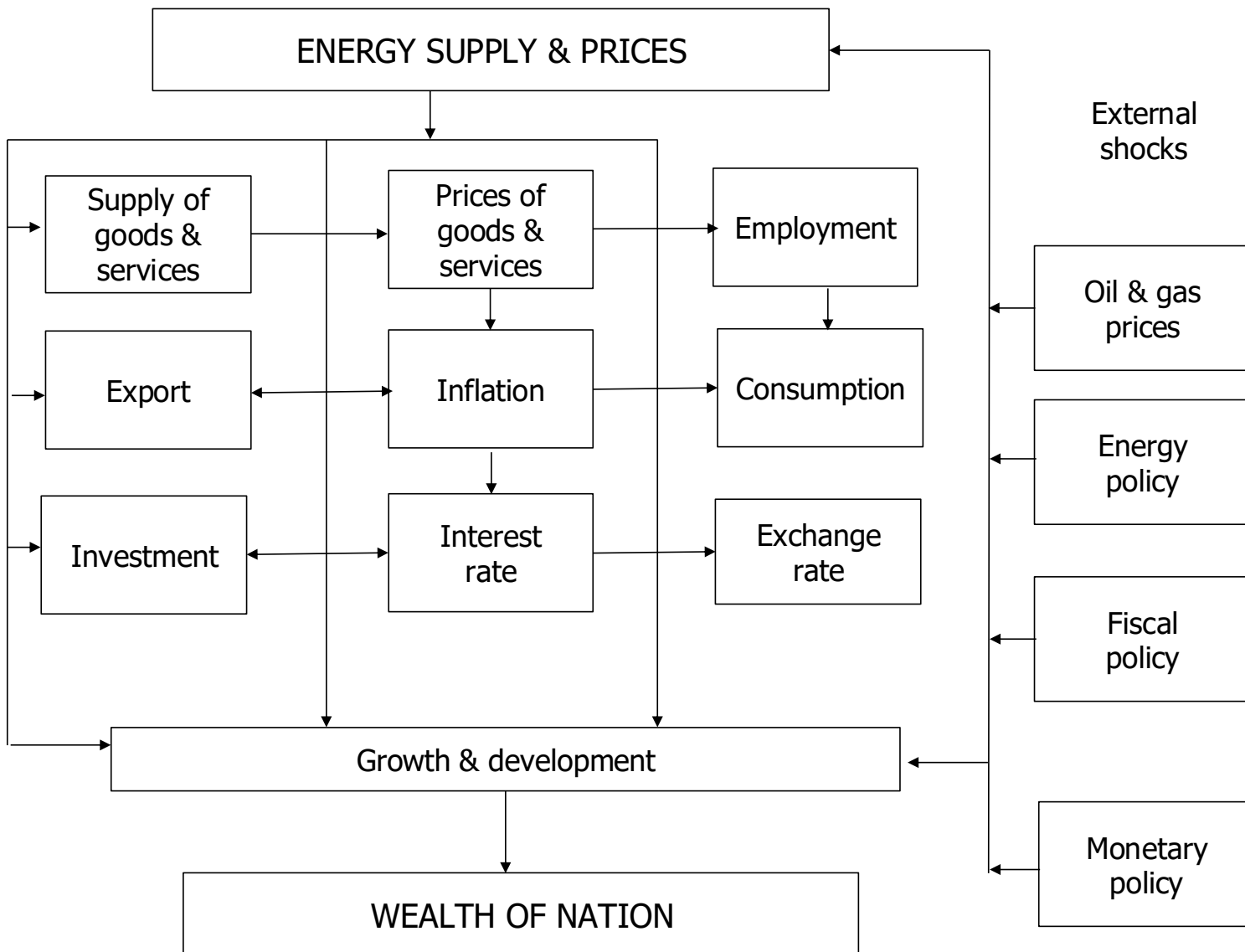
PKB per capita PPP w wybranych krajach, 2024

Country Name	GDP per capita (USD PPP)
Luxembourg	150772
Singapore	150689
Ireland	131175
Qatar	126110
Norway	101032
Switzerland	93819
Brunei Darussalam	90007
United States	85810
Netherlands	84218
Guyana	79906
Denmark	79514
Iceland	78259
United Arab Emirates	77959
Germany	72300
France	61322
United Kingdom	60620
Italy	60847
Poland	50378
Russian Federation	47405
China	27105
World	24248

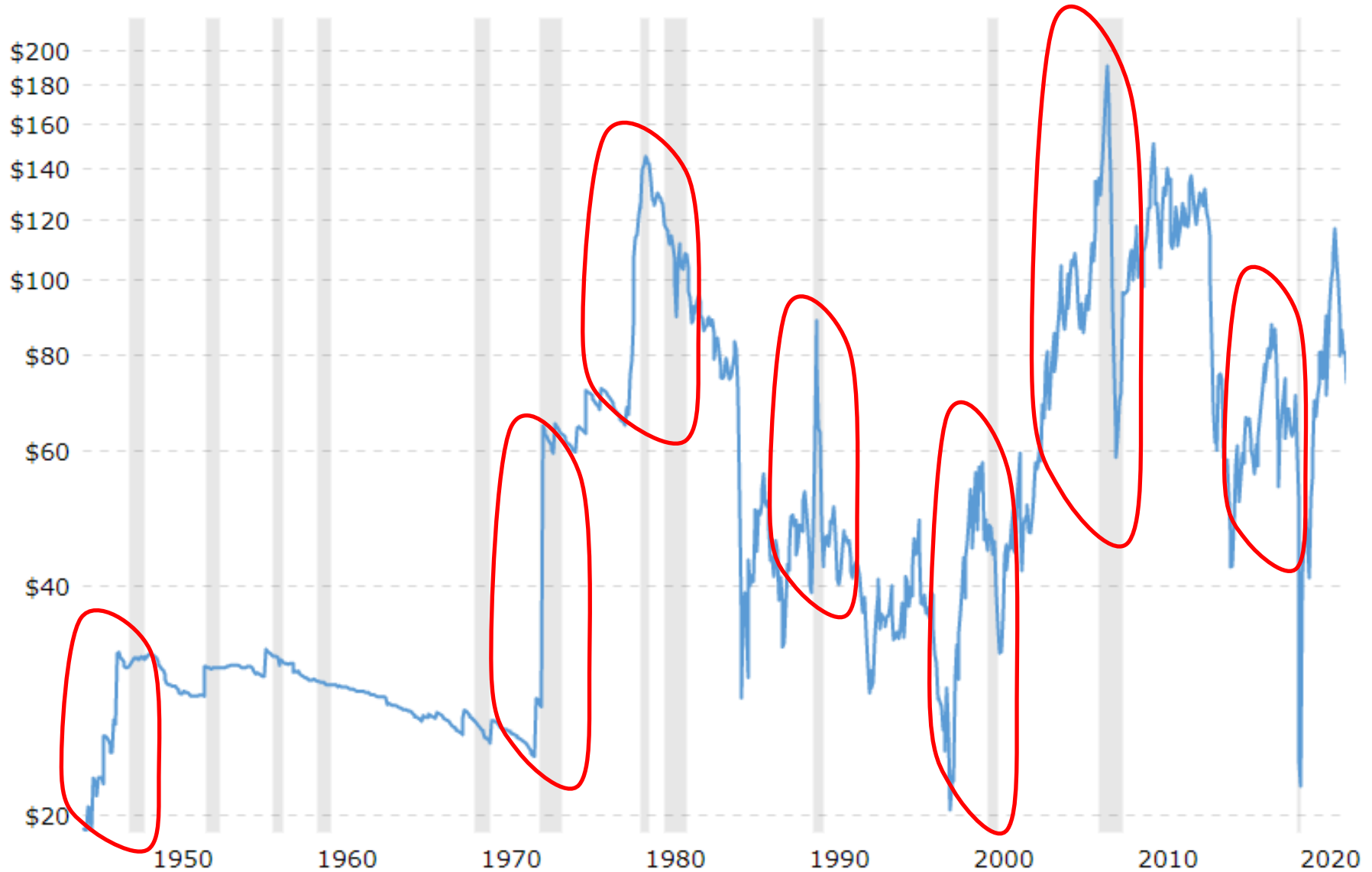
Dubaj (ZEA)



Wpływ podaży i cen energii na gospodarkę



Cena baryłki ropy a recesje w USA



Źródło: www.macrotrends.net/1369/crude-oil-price-history-chart

Podaż energii (Exajoules)

Country	1990	2000	2010	2020	2024	Share 2024
China	27,7	40,9	99,8	138,0	158,9	26,8%
US	80,1	94,5	92,7	86,2	91,8	15,5%
India	7,8	12,9	21,7	30,1	38,8	6,5%
Russian Federation	35,2	24,9	27,3	28,2	31,8	5,4%
Japan	18,2	22,2	21,4	16,6	16,4	2,8%
South Korea	3,9	8,2	11,2	12,3	13,1	2,2%
Iran	2,9	5,0	8,8	12,2	12,8	2,2%
Canada	8,8	10,7	11,3	11,5	11,9	2,0%
Saudi Arabia	3,3	4,8	8,8	10,4	11,8	2,0%
Indonesia	2,1	4,2	6,4	7,9	11,1	1,9%
Brazil	4,2	6,4	8,9	9,6	10,7	1,8%
Germany	15,1	14,2	13,6	11,5	10,1	1,7%
France	9,4	11,0	10,9	8,8	9,0	1,5%
Mexico	4,7	6,0	7,6	7,2	8,0	1,4%
Turkey	1,9	2,9	4,2	6,2	7,0	1,2%
United Kingdom	9,0	9,6	8,9	6,7	6,4	1,1%
Italy	7,6	7,4	7,2	5,6	5,6	0,9%
United Arab Emirates	1,2	1,9	3,5	4,2	5,5	0,9%
Australia	3,7	4,6	5,3	5,3	5,5	0,9%
Spain	3,7	5,3	5,6	4,6	5,1	0,9%
Thailand	1,2	2,6	4,2	4,9	5,0	0,8%
Malaysia	0,8	2,2	3,3	4,1	4,8	0,8%
Vietnam	0,2	0,7	1,8	3,9	4,6	0,8%
Egypt	1,3	1,9	3,1	3,4	3,9	0,7%
Poland	4,3	3,6	4,1	4,0	3,8	0,6%
Singapore	1,0	1,6	2,9	3,3	3,8	0,6%
Total World	332	382	491	536	592	100,0%

Produkcja energii elektrycznej (w TWh)

Rok	Świat	Chiny	Indie	Indonezja	USA	Japonia	Niemcy	Polska
2001	15789	1481	586	102	3984	1083	586	146
2002	16345	1654	610	108	4112	1103	587	144
2003	16924	1911	638	113	4138	1093	609	152
2004	17727	2203	698	120	4232	1121	617	154
2005	18454	2500	705	128	4323	1153	623	157
2006	19155	2866	744	133	4331	1164	640	162
2007	20046	3282	796	142	4432	1180	641	159
2008	20422	3496	828	149	4390	1184	641	155
2009	20265	3715	880	157	4206	1114	596	152
2010	21571	4207	937	170	4394	1156	633	158
2011	22257	4713	1034	183	4363	1104	613	164
2012	22806	4988	1092	200	4311	1107	630	162
2013	23435	5432	1146	216	4330	1088	639	165
2014	24032	5794	1262	229	4363	1063	628	159
2015	24271	5815	1317	234	4349	1030	648	165
2016	24915	6133	1402	248	4348	1035	650	167
2017	25624	6604	1471	255	4303	1042	653	170
2018	26659	7166	1579	267	4462	1053	643	170
2019	27001	7503	1604	279	4411	1030	609	164
2020	26823	7779	1561	275	4287	1005	572	158
2021	28466	8534	1715	309	4406	1020	585	180
2022	29165	8849	1858	333	4548	1034	577	179
2023	29925	9456	1958	351	4494	1013	514	167
2024	31256	10087	2030	375	4635	1016	497	170

Źródło: Energy Institute, Statistical Review of World Energy, 2025.

Tempo wzrostu gospodarczego na świecie

Rok	Świat	Chiny	Indie	Indonezja	USA	Japonia	Niemcy	Polska
2001	2,0	8,3	4,8	3,6	1,0	0,4	1,7	1,3
2002	2,2	9,1	3,8	4,5	1,7	0,1	-0,2	2,0
2003	3,0	10,0	7,9	4,8	2,9	1,5	-0,7	3,5
2004	4,4	10,1	7,9	5,0	3,8	2,2	1,2	5,0
2005	3,9	11,4	7,9	5,7	3,5	1,7	0,7	3,5
2006	4,4	12,7	8,1	5,5	2,9	1,4	3,8	6,1
2007	4,3	14,2	7,7	6,3	1,9	1,7	3,0	7,1
2008	1,9	9,7	3,1	6,0	-0,1	-1,1	1,0	4,2
2009	-1,7	9,4	7,9	4,6	-2,5	-5,4	-5,7	2,8
2010	4,3	10,6	8,5	6,2	2,6	4,2	4,2	3,7
2011	3,1	9,6	5,2	6,2	1,6	-0,1	3,9	4,8
2012	2,5	7,9	5,5	6,0	2,2	1,5	0,4	1,3
2013	2,7	7,8	6,4	5,6	1,8	2,0	0,4	1,1
2014	2,9	7,4	7,4	5,0	2,5	0,4	2,2	3,4
2015	2,9	7,0	8,0	4,9	3,1	1,2	1,5	4,2
2016	2,6	6,8	8,3	5,0	1,7	0,5	2,2	3,1
2017	3,3	6,9	6,8	5,1	2,3	2,2	2,6	4,8
2018	3,0	6,7	6,5	5,2	3,0	0,3	1,3	5,4
2019	2,3	5,9	4,0	5,0	2,2	0,3	0,6	4,5
2020	-3,6	2,3	-8,0	-2,1	-3,5	-4,1	-4,9	-2,7
2021	6,3	8,4	9,7	3,7	5,8	2,6	3,2	6,9
2022	3,1	3,0	7,0	5,3	1,9	1,0	1,8	5,6
2023	2,7	5,2	7,6	5,0	2,5	1,9	-0,3	0,2
2001-2023 (średnia)	2,7	8,3	6,2	4,9	1,9	0,7	1,0	3,6

Źródło: World Bank, 2024.

Udział państw w światowym PKB (current USD)

Country	1990	2000	2010	2020	2024
World (mld USD)	22935	33899	66707	85258	111326
World (%)	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
United States	26.0%	30.2%	22.6%	24.7%	26.2%
China	1.7%	3.6%	9.1%	17.2%	16.8%
Japan	13.9%	14.7%	8.6%	5.9%	3.6%
Germany	7.7%	5.7%	5.1%	4.6%	4.2%
India	1.4%	1.4%	2.5%	3.1%	3.5%
United Kingdom	4.8%	4.9%	3.7%	3.2%	3.3%
France	5.5%	4.0%	4.0%	3.1%	2.8%
Russian Federation	2.3%	0.8%	2.3%	1.8%	2.0%
Canada	2.6%	2.2%	2.4%	1.9%	2.0%
Italy	5.2%	3.4%	3.2%	2.2%	2.1%
Poland	0.3%	0.5%	0.7%	0.7%	0.8%

Crude steel production (in million tonnes, share), 2024

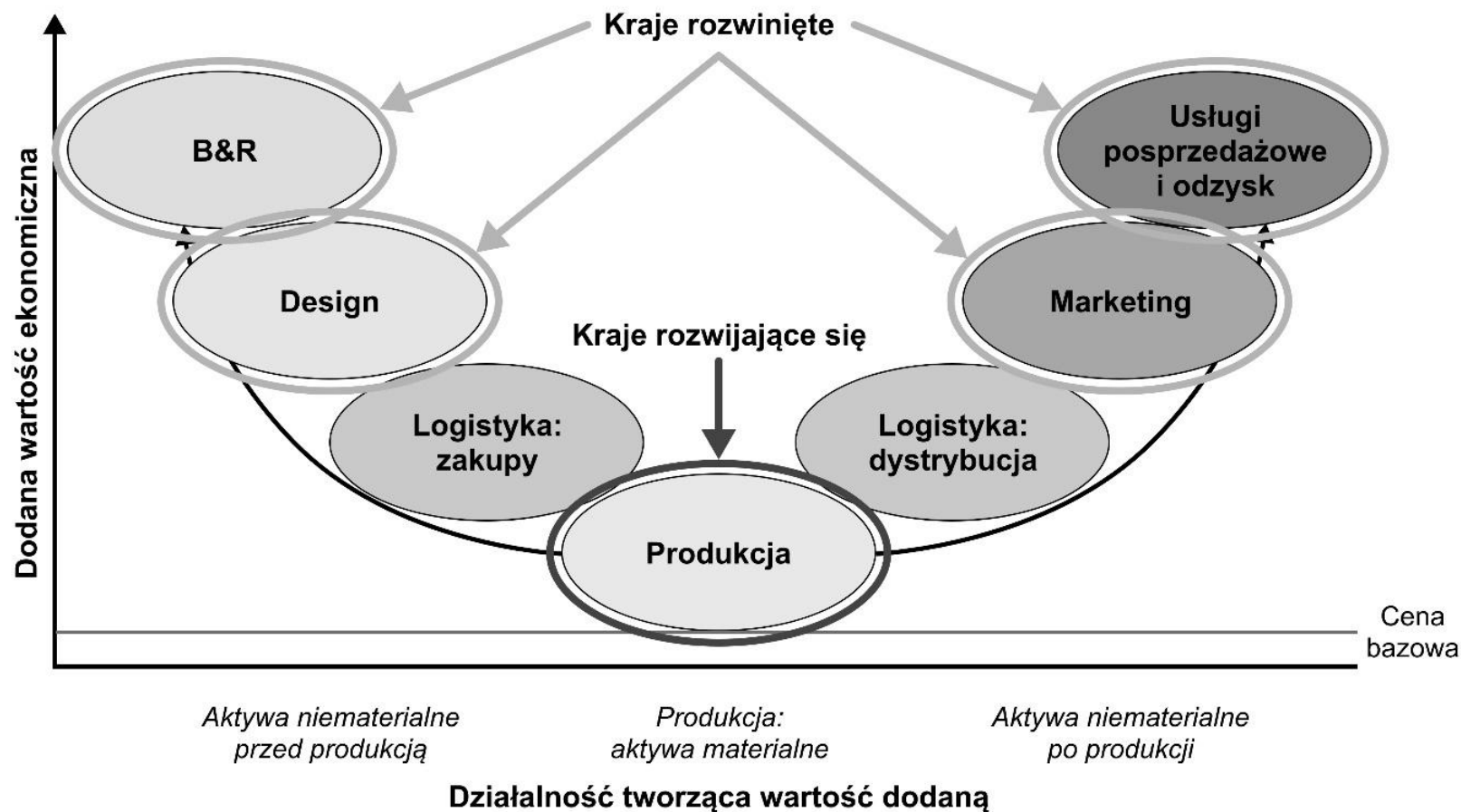
Country	Crude steel production, 2024 (million tonnes)	%
China	1005,1	53,3%
India	149,4	7,9%
Japan	84,0	4,5%
United States	79,5	4,2%
Russia	71,0	3,8%
South Korea	63,6	3,4%
Germany	37,2	2,0%
Türkiye	36,9	2,0%
Brazil	33,8	1,8%
Iran	31,4	1,7%
Viet Nam	22,0	1,2%
Italy	20,0	1,1%
Taiwan, China	19,2	1,0%
Indonesia	18,0	1,0%
Mexico	13,8	0,7%
Canada	12,3	0,7%
Spain	11,9	0,6%
Poland	7,1	0,4%
World	1884,6	100,0%

Eksport towarów przemysłowych (mld USD, %)

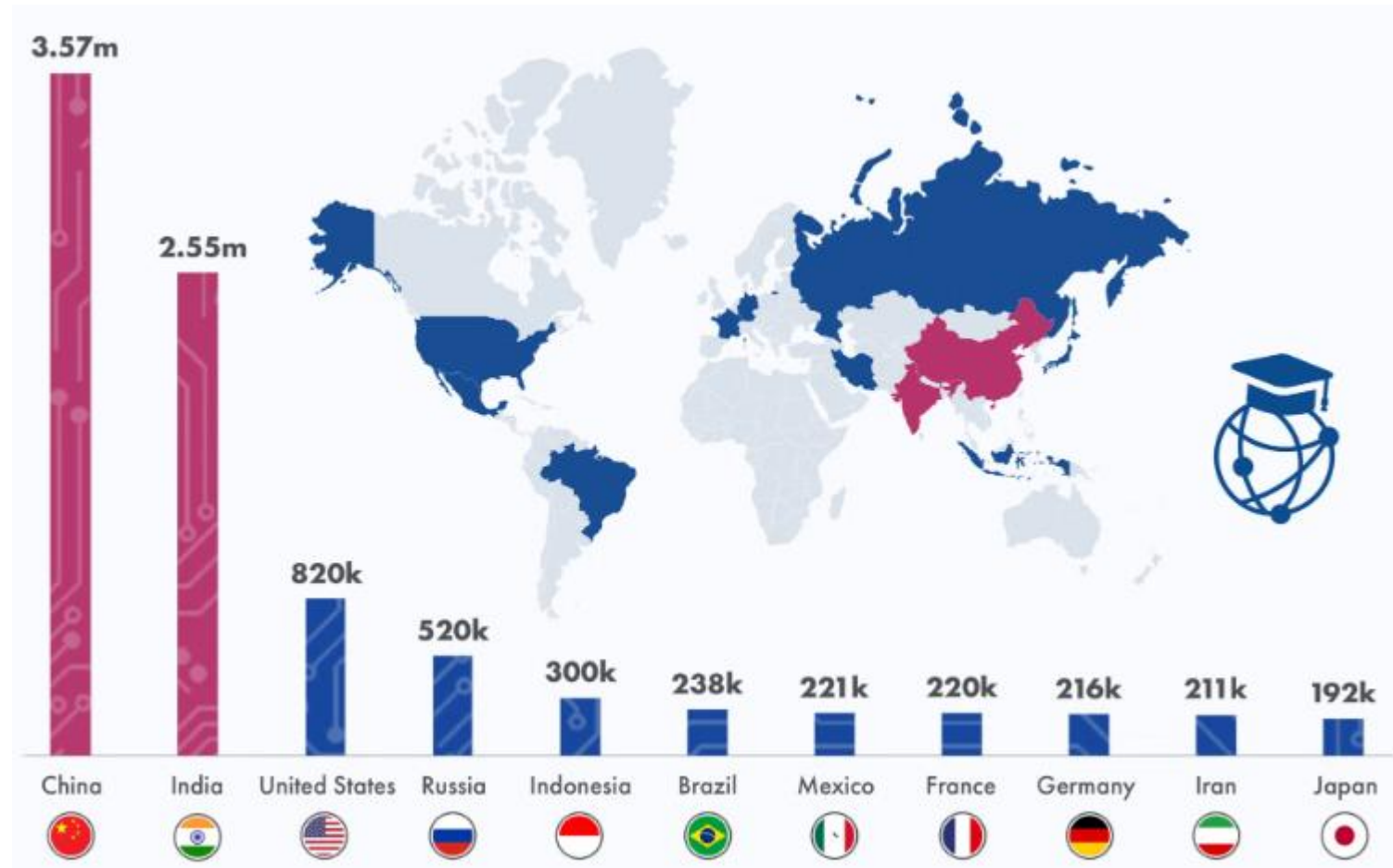
Country	1990	2000	2010	2020	2021	2022
World (bln USD)	2391	4690	9989	12142	14881	15720
World (%)	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
United States	12.1%	13.8%	8.7%	7.5%	7.3%	7.6%
China	1.9%	4.7%	14.8%	19.9%	21.1%	21.2%
Japan	11.5%	9.6%	6.8%	4.5%	4.4%	4.0%
Germany	15.7%	10.3%	10.8%	9.9%	9.5%	8.9%
India	0.5%	0.7%	1.4%	1.6%	1.8%	1.8%
United Kingdom	6.1%	4.7%	2.9%	2.3%	2.0%	2.0%
France	6.7%	5.8%	4.0%	3.2%	3.0%	2.9%
Russian Federation	..	0.5%	0.6%	0.6%	0.7%	0.6%
Canada	3.1%	3.7%	1.9%	1.5%	1.4%	1.5%
Italy	6.2%	4.5%	3.7%	3.3%	3.3%	3.3%

Źródło: WTO (2023), *Merchandise exports by product group - SI3_AGG - MA - Manufactures*, <https://stats.wto.org/>.

Działania o wysokiej wartości w „krzywej uśmiechu” w globalnych łańcuchach wartości



Absolwenci studiów z zakresu nauki, technologii, inżynierii i matematyki (STEM), 2020



Wnioski patentowe (liczba, %)

Country	1990	2000	2010	2020	2021	2022
World (number)	406582	516800	915200	1596900	1754900	1823200
World (%)	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
United States	22.2%	30.5%	24.0%	22.0%	18.7%	17.7%
China	1.0%	2.5%	14.8%	33.2%	39.7%	43.8%
Japan	14.6%	24.4%	24.3%	11.2%	10.5%	11.0%
Germany	4.7%	2.8%	1.5%	1.1%	1.2%	1.3%
India	0.4%	0.2%	0.8%	1.7%	1.8%	1.7%
United Kingdom	2.3%	1.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%
France	3.2%	2.2%	1.1%	0.8%	0.9%	0.7%
Russian Federation	20.8%	3.4%	3.3%	1.8%	1.3%	1.3%
Canada	3.5%	2.3%	2.1%	1.3%	1.3%	1.0%
Italy	3.0%	1.0%	1.8%	0.6%	0.4%	0.4%

Produkcja samochodów na świecie (w szt.)

Table 4. Global car production

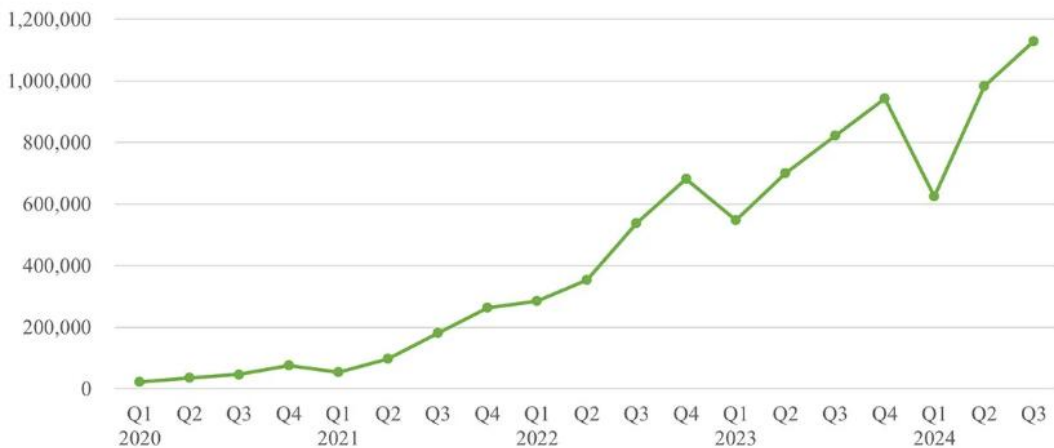
	2024 ⁵	2023	% change 24/23	% share 2024
EUROPE	14,394,326	15,086,144	-4.6	19.1
European Union	11,408,469	12,158,666	-6.2	15.1
Türkiye	935,616	971,178	-3.7	1.2
United Kingdom	780,270	907,551	-14.0	1.0
Russia	763,551	526,886	+44.9	1.0
Ukraine	1,656	2,670	-38.0	0.0
Others (Europe) ⁶	504,764	519,193	-2.8	0.7
NORTH AMERICA	11,351,650	11,721,653	-3.2	15.0
United States only	7,389,252	7,660,067	-3.5	9.8
SOUTH AMERICA	2,166,940	2,131,763	+1.7	2.9
Brazil only	1,894,966	1,782,079	+6.3	2.5
ASIA	45,744,807	45,075,872	+1.5	60.6
China	26,759,962	25,431,163	+5.2	35.4
Japan	7,126,249	7,793,789	-8.6	9.4
India	4,907,330	4,688,798	+4.7	6.5
South Korea	3,814,982	3,861,419	-1.2	5.1
Indonesia	1,003,244	1,142,542	-12.2	1.3
Thailand	709,516	834,122	-14.9	0.9
Others (Asia) ⁷	1,423,524	1,324,039	+7.5	1.9
MIDDLE EAST/AFRICA	1,844,434	1,837,721	+0.4	2.4
Iran only	955,726	1,012,385	-5.6	1.3
WORLD	75,502,157	75,853,153	-0.5	100.0

SOURCE: S&P GLOBAL MOBILITY

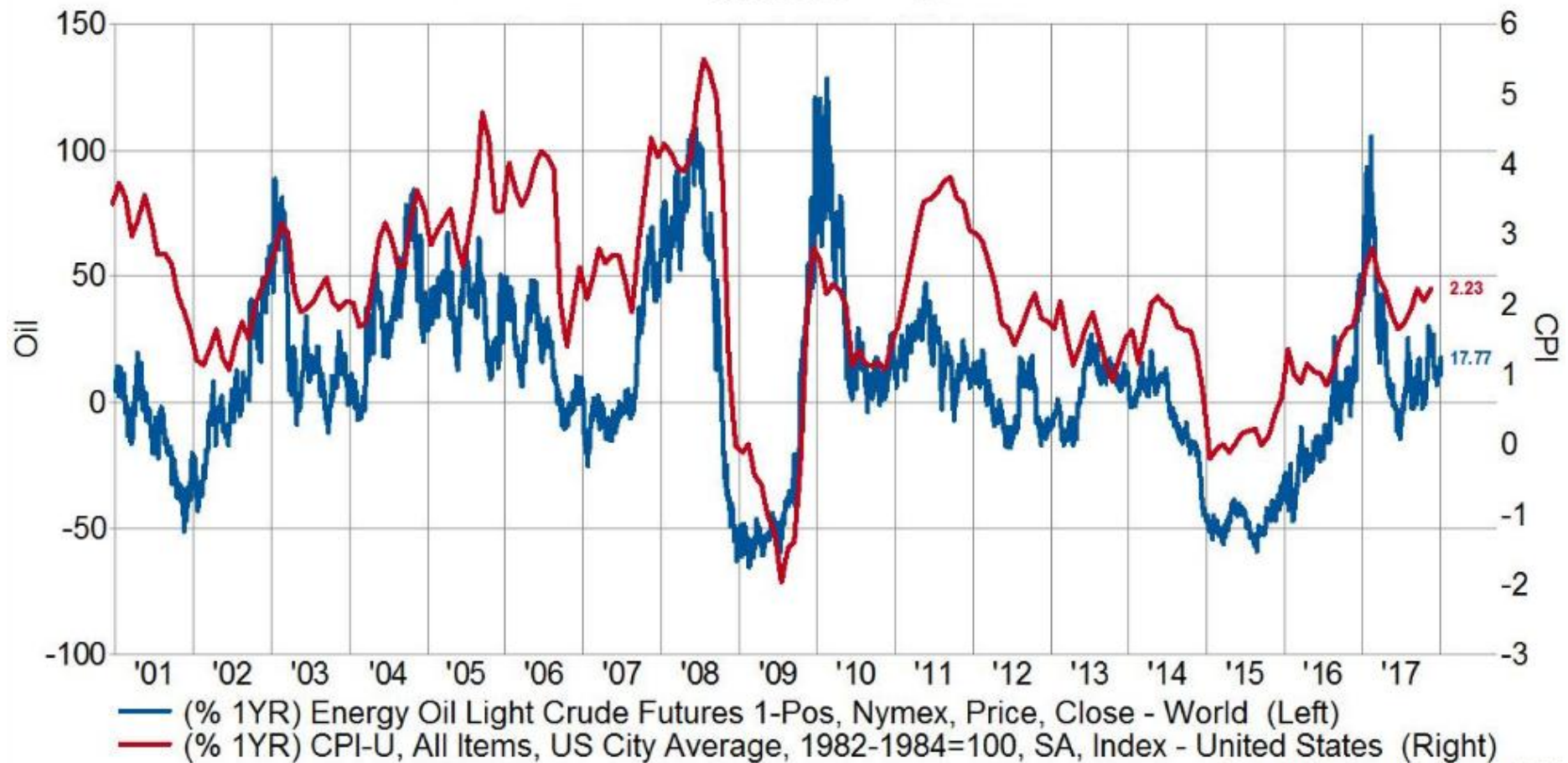
Źródło: ACEA (2025), Economic and Market Report Global and EU auto industry: Full year 2024

BYD - sprzedaż

BYD passenger NEV quarterly sales



Ceny ropy a inflacja w USA

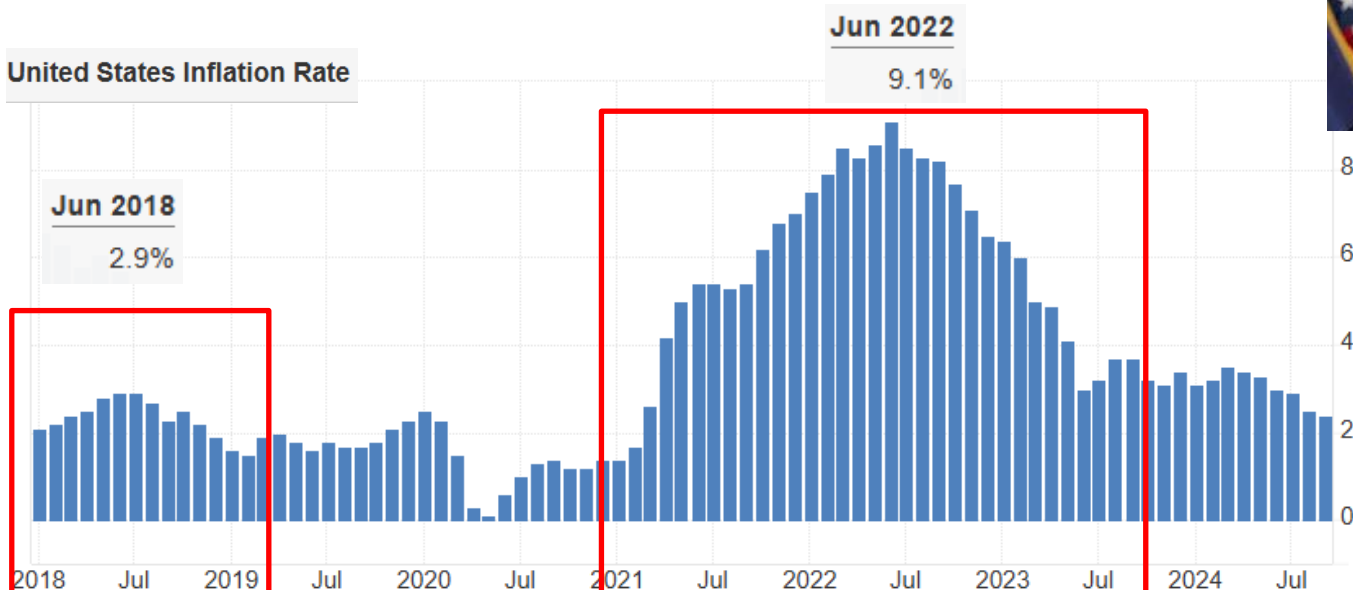


Knowledge Leaders Capital LLC

Stopa inflacji w USA a ceny energii

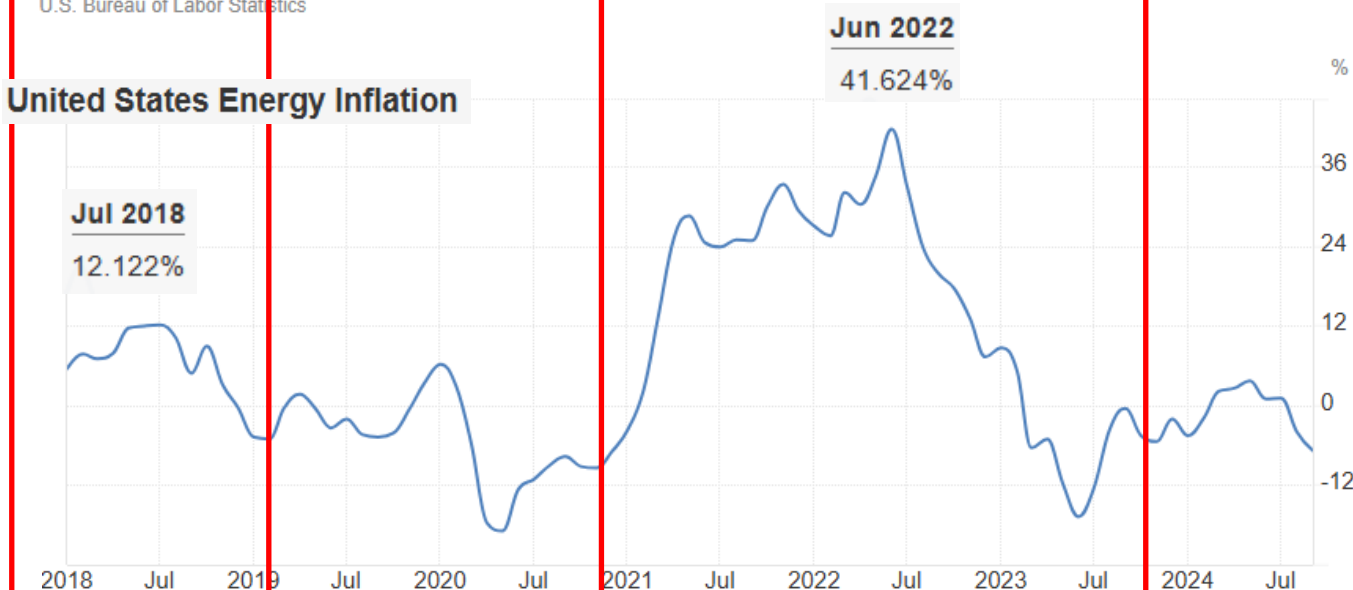


United States Inflation Rate

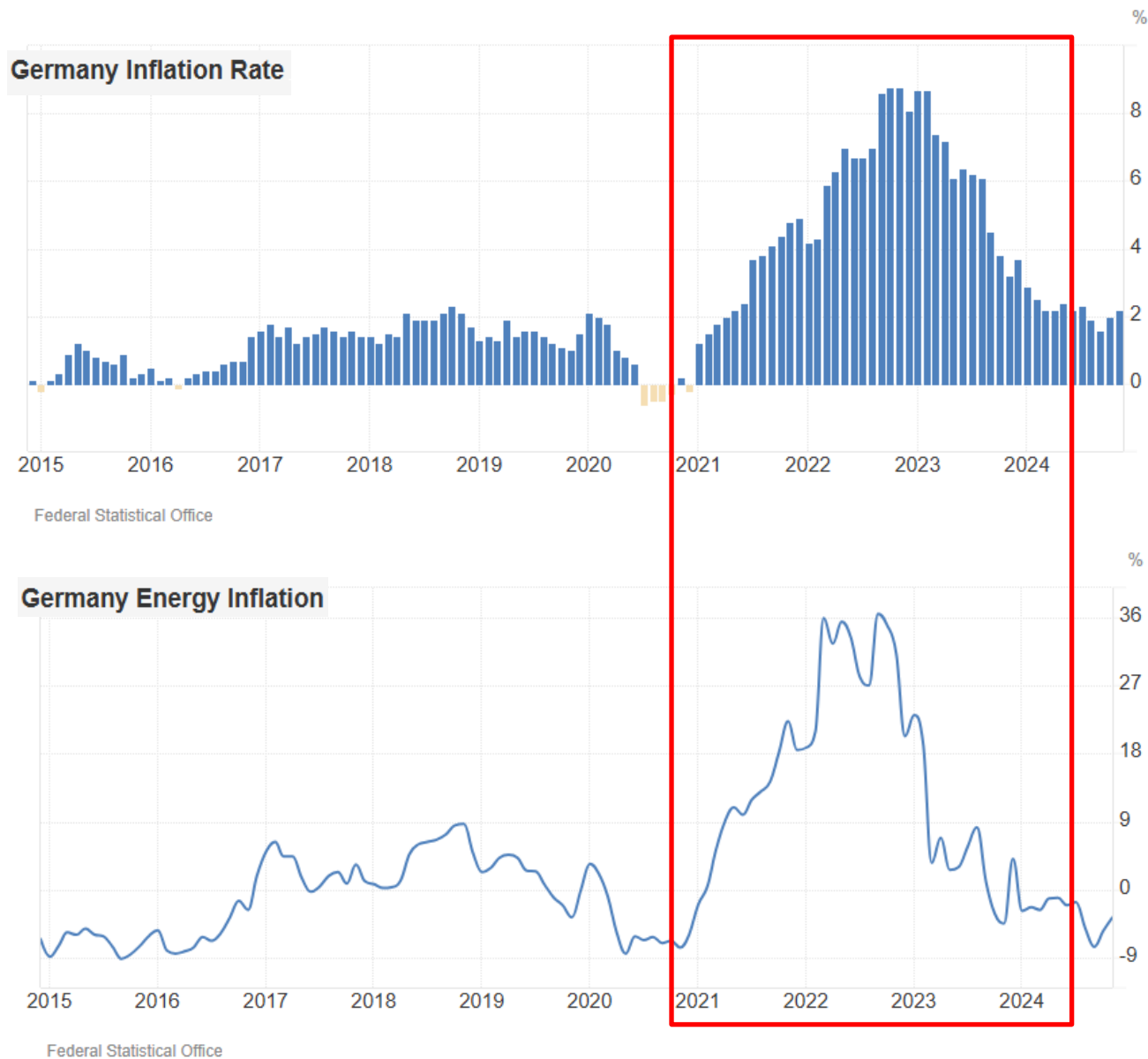


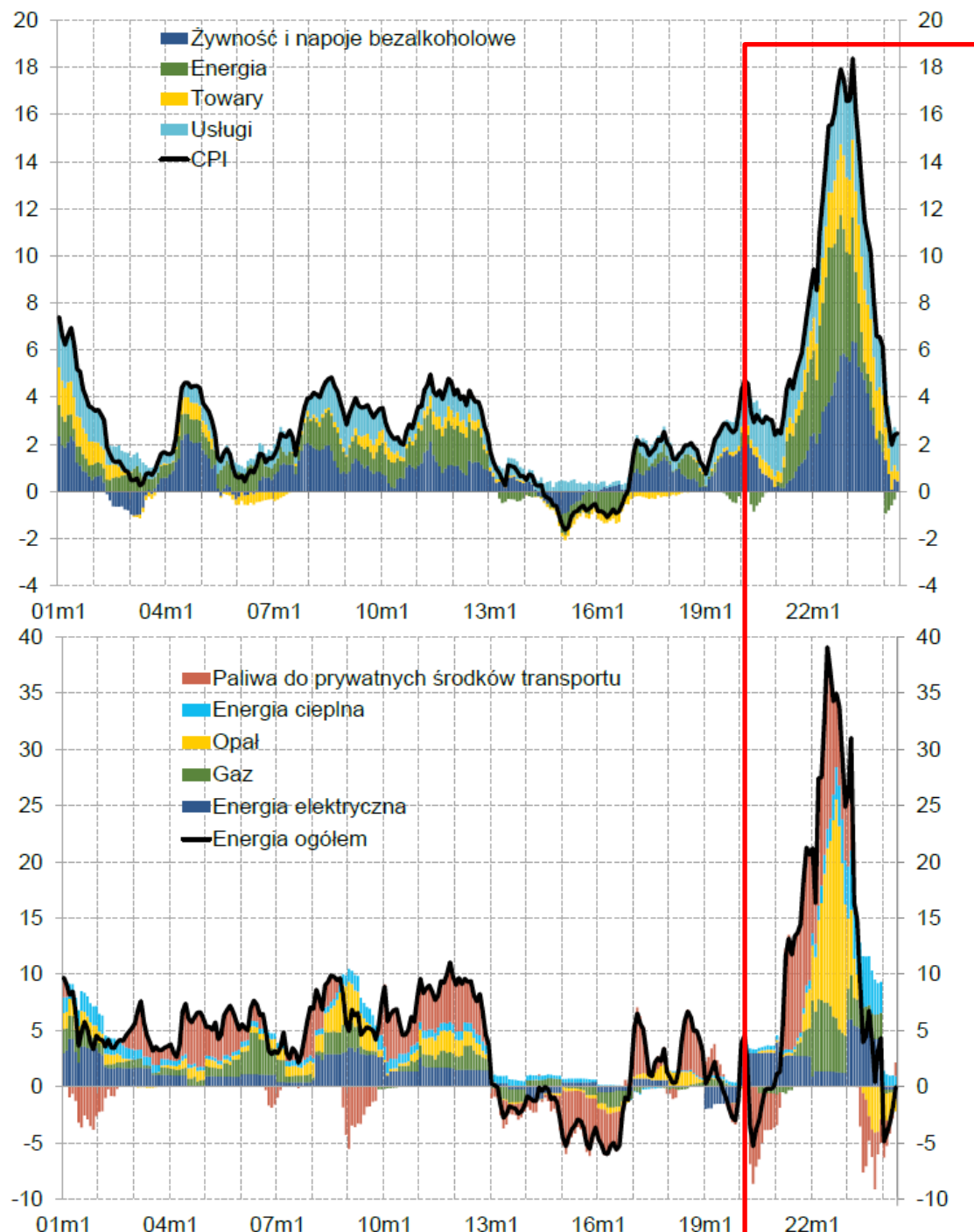
U.S. Bureau of Labor Statistics

United States Energy Inflation



Stopa inflacji w Niemczech a ceny energii



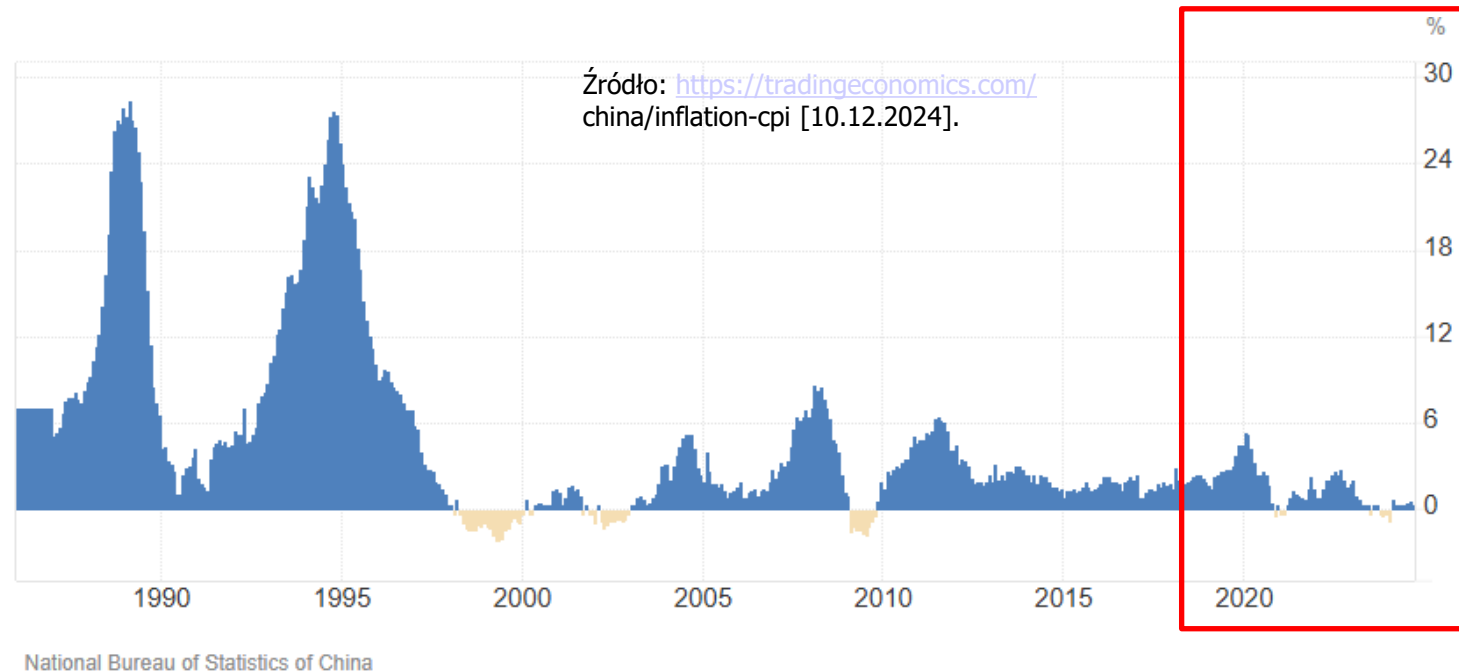


Zmiany cen dóbr konsumpcyjnych w Polsce, 2001-2024

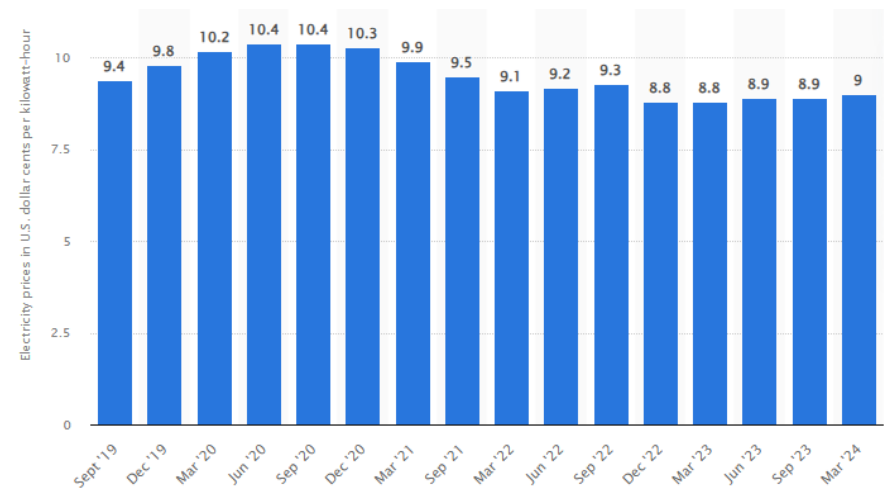
Zmiany cen energii w Polsce, 2001-2024

Źródło: NBP, Raport o inflacji, lipiec 2024.

Stopa inflacji w Chinach a ceny energii elektrycznej



Average electricity prices for enterprises
in China (in U.S. dollar cents per kilowatt-hour)



Polityka energetyczna

Polityka energetyczna – jest to świadoma i celowa działalność państwa lub grupy państw, polegająca na racjonalnym gospodarowaniu zasobami energii w celu **zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego i poprawienia jakości życia obywateli** (World Bank, 2008).

.

Polityka energetyczna – obejmuje takie kwestie, jak: **źródła energii, efektywność energetyczną, ceny energii**, eksport / import energii, infrastrukturę energetyczną oraz wpływ sektora energetycznego na **środowisko** (w tym na klimat). Główne zagadnienia jakie porusza to dostępność, **bezpieczeństwo** i czystość energetyki (zob. Oxford Research Encyclopedias, 2019).

Bezpieczeństwo energetyczne

Bezpieczeństwo energetyczne oznacza **stałą (czyli bez przerw) dostępność źródeł energii po przystępnej cenie** (IEA, 2019). W długim okresie bezpieczeństwo energetyczne mają zapewnić odpowiednie inwestycje w moce wytwórcze, zgodnie z potrzebami rozwijającej się gospodarki oraz uwzględniające konieczność ochrony środowiska.

[International Energy Agency]

Bezpieczeństwo energetyczne oznacza zapewnienie zrównoważonej produkcji i konsumpcji energii **w rozsądnej cenie**, w taki sposób, aby **wzmacniać wzrost gospodarczy, redukować ubóstwo** oraz bezpośrednio poprawiać jakość życia ludzi przez rozszerzenie dostępu do zaawansowanych usług energetycznych.

[World Bank]

Bezpieczeństwo energetyczne - „stan w którym państwo oraz wszyscy (jego mieszkańcy i przedsiębiorstwa posiadają dostęp do wystarczających zasobów energii w **przystępnych cenach**, które w okresie przewidywalnej przyszłości są **wolne od ryzyka poważnych zakłóceń w dostawach**”.

[Barton, Redgwell, Zillman 2004]

Miks energetyczny - podaż energii przypadająca na dane źródło, 2024 (w %)

Country	Oil	Natural Gas	Coal	Nuclear energy	Hydro electric	Renew-ables
China	20%	10%	58%	3%	3%	6%
US	39%	35%	9%	10%	1%	6%
India	28%	7%	59%	2%	1%	3%
Russian Federation	24%	54%	12%	7%	2%	0%
Japan	39%	20%	28%	6%	2%	6%
South Korea	42%	17%	22%	16%	0%	3%
Iran	29%	69%	1%	1%	1%	0%
Canada	37%	39%	2%	8%	10%	4%
Saudi Arabia	63%	37%	0%	0%	0%	0%
Indonesia	29%	15%	43%	0%	1%	13%
Brazil	48%	11%	5%	2%	14%	21%
Germany	42%	28%	16%	0%	1%	14%
France	31%	13%	2%	46%	3%	5%
Mexico	45%	45%	4%	2%	1%	4%
Turkey	34%	26%	26%	0%	4%	11%
United Kingdom	42%	35%	3%	7%	0%	14%
Italy	46%	38%	2%	0%	4%	11%
Australia	41%	24%	28%	0%	1%	6%
Thailand	47%	35%	12%	0%	0%	5%
South Africa	20%	4%	73%	2%	0%	2%
Malaysia	38%	35%	23%	0%	3%	2%
Vietnam	31%	5%	54%	0%	7%	3%
Taiwan	37%	24%	33%	3%	0%	3%
Poland	37%	20%	35%	0%	0%	8%
Kazakhstan	23%	25%	50%	0%	1%	1%
Philippines	38%	5%	39%	0%	2%	17%
Bangladesh	31%	52%	17%	0%	0%	0%
Total World	34%	25%	28%	5%	3%	6%

Źródło: Energy Institute, Statistical Review of World Energy, 2025.

Przepustowość gazociągów z Rosji do UE



Europejski Zielony Ład

W roku 2020 UE podjęła decyzję o realizacji strategii znanej jako **Europejski Zielony Ład**. Głównym jej zamierzeniem jest doprowadzenie do sytuacji, w której **do roku 2050 UE** będzie emitować tyle gazów cieplarnianych, ile jest w stanie zneutralizować, a tym samym osiągnie **zerową emisję netto**.

W ramach tego planu początkowy cel zakłada **redukcję emisji o 40% do roku 2030 w porównaniu do poziomu z roku 1990**.



Fit for 55 (Gotowi na 55)

W 2021 r. Komisja Europejska przedstawiła pakiet o nazwie Fit for 55 (Gotowi na 55), który **podwyższa cel redukcji emisji w UE na 2030 r. z 40% do 55% względem poziomu z 1990 r.** Wiąże się to z dużo wyższą trajektorią cen uprawnień do emisji CO₂ w systemie ETS oraz stopniowym rozszerzeniem tego systemu na emisje z budynków i transportu drogowego. W efekcie wzrosną ceny energii elektrycznej, ciepła sieciowego oraz paliw.

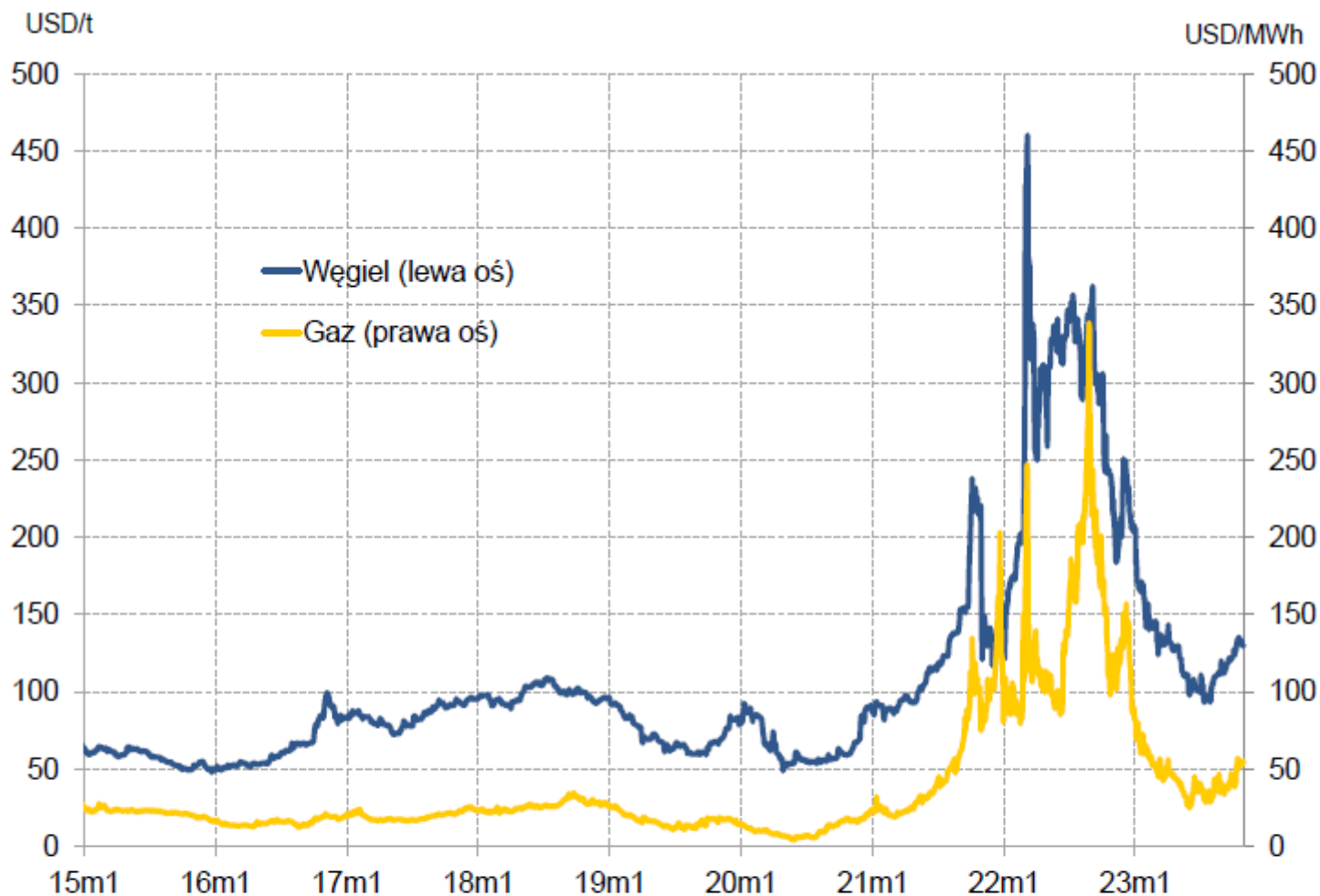
Na te potrzeby opracowano kompleksowy zestaw regulacji, które mają wpływ na wszystkie sektory gospodarki. W ramach tego pakietu planowane jest m.in. wprowadzenie osobnego systemu ETS2 dla transportu lądowego i budownictwa, a także wyeliminowanie ulg dla sektora lotniczego. Od roku 2035 wszystkie nowo zarejestrowane samochody mają być bezemisyjne.

Ceny uprawnień do emisji CO2



Źródło: Trading Economics (2023), <https://tradingeconomics.com/commodity/carbon> (dostęp: 18.07.2023).

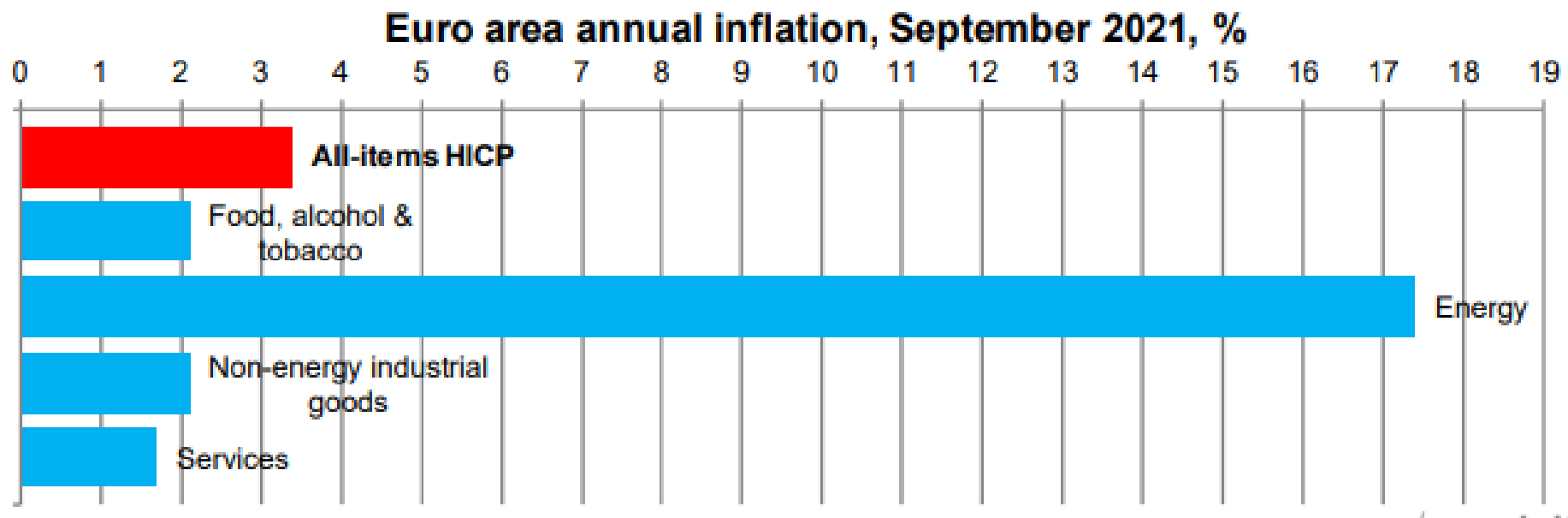
Ceny surowców energetycznych



Źródło: dane Bloomberg, obliczenia NBP.

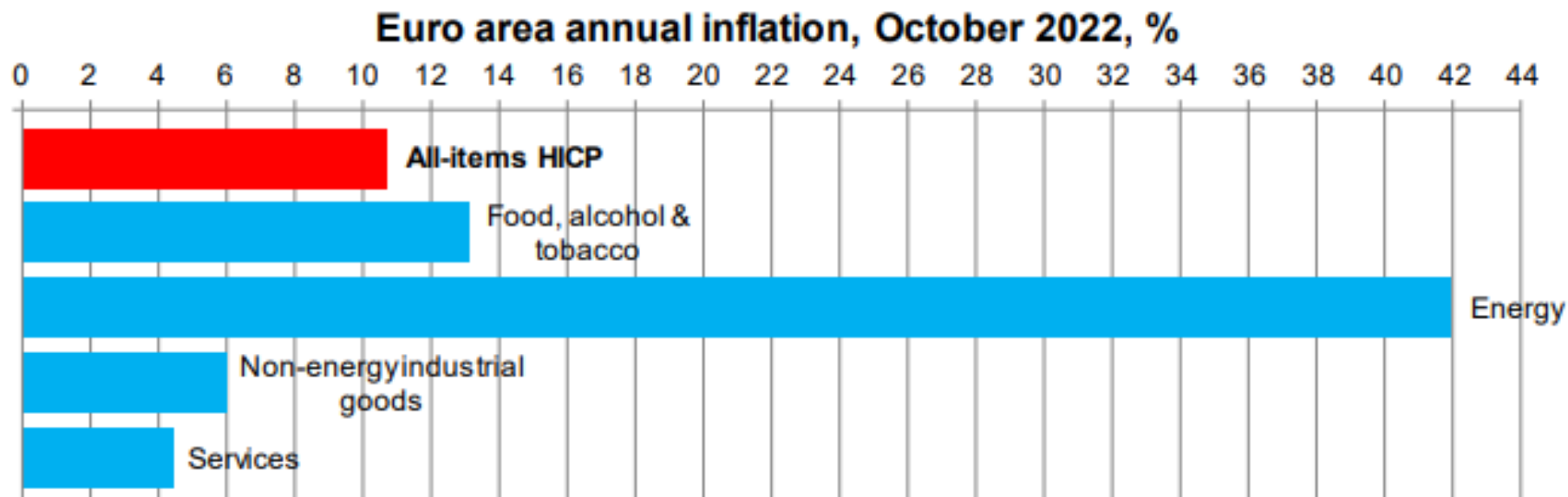
Ceny wyrażają notowania kontraktów futures na miesiąc wprzód na gaz ziemny dostarczany do holenderskiego hubu TTF oraz węgiel *Free on Board* w porcie Richards Bay. USD/t – cena wyrażona w dolarach amerykańskich za tonę. USD/MWh – cena wyrażona w dolarach amerykańskich za megawatogodzinę.

Inflacja w strefie euro, wrzesień 2021



Źródło: Eurostat, 2021.

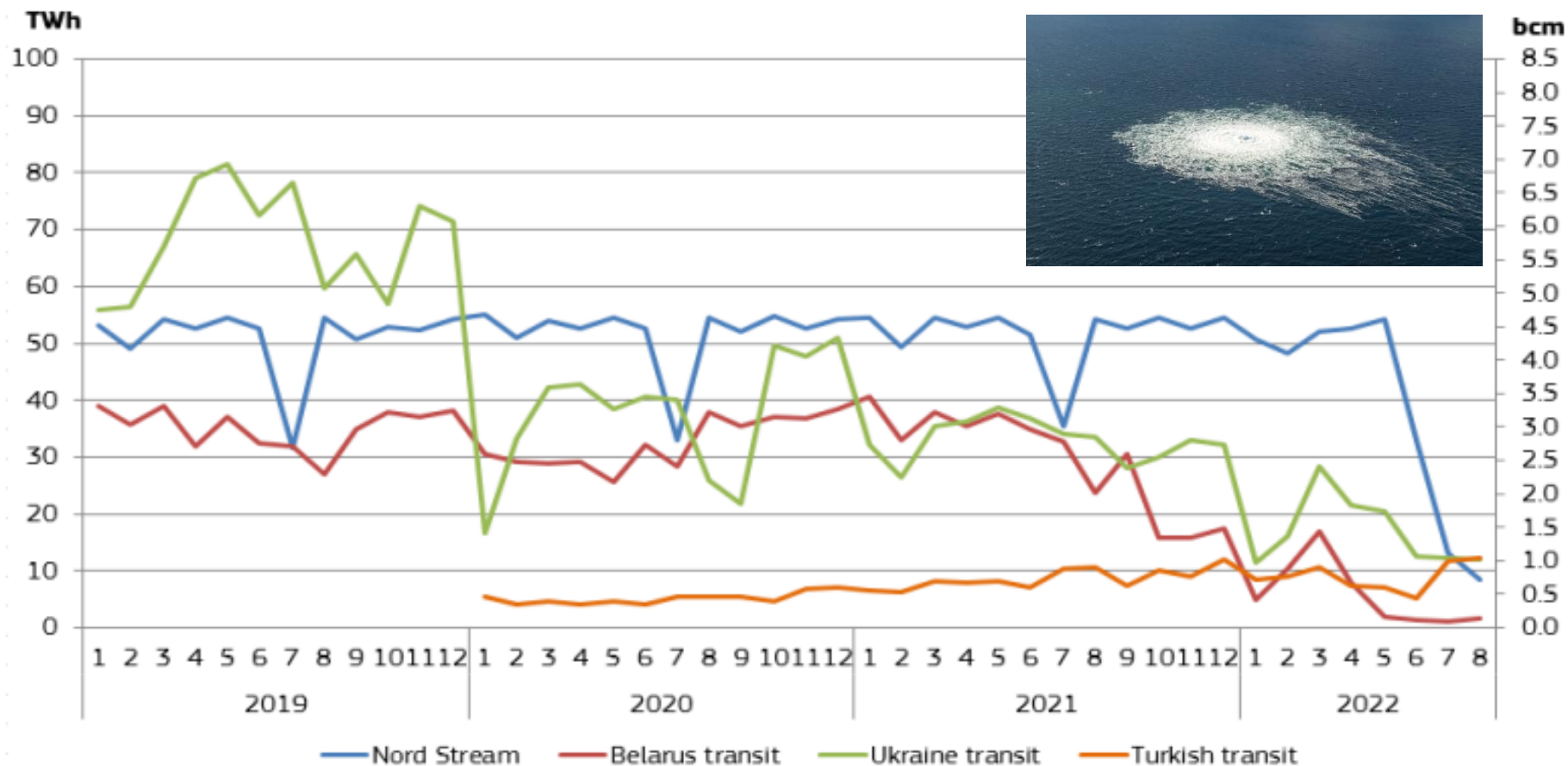
Inflacja w strefie euro, październik 2022



Źródło: Eurostat, 2022.

Miesięczny import gazu ziemnego z Rosji do UE według kierunków dostaw

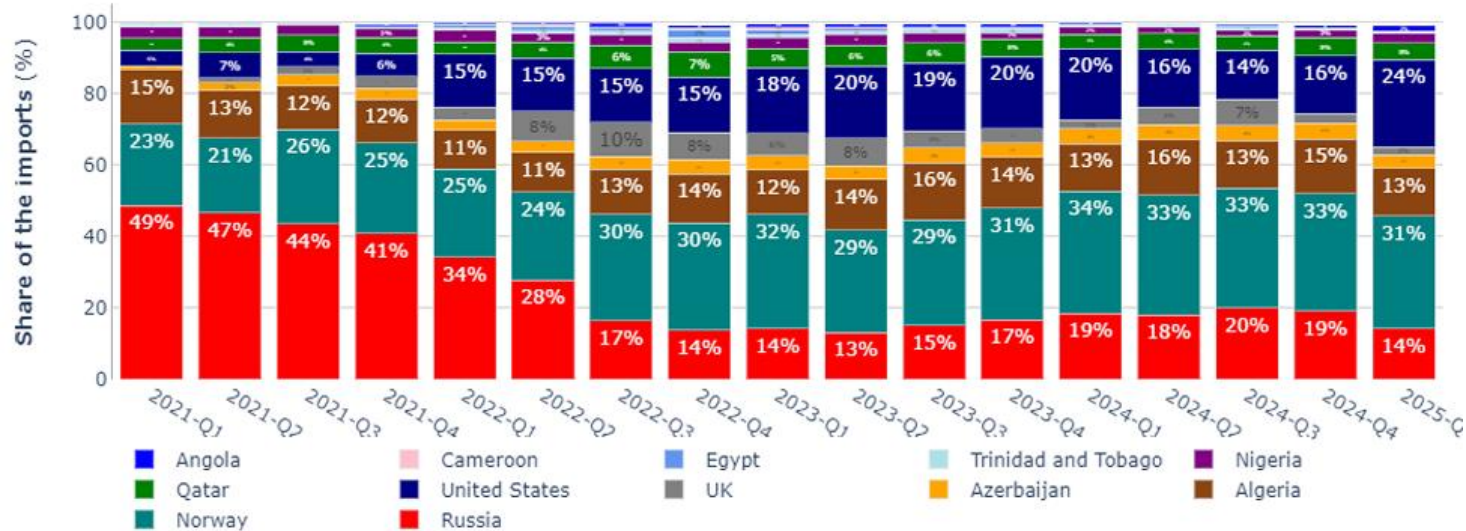
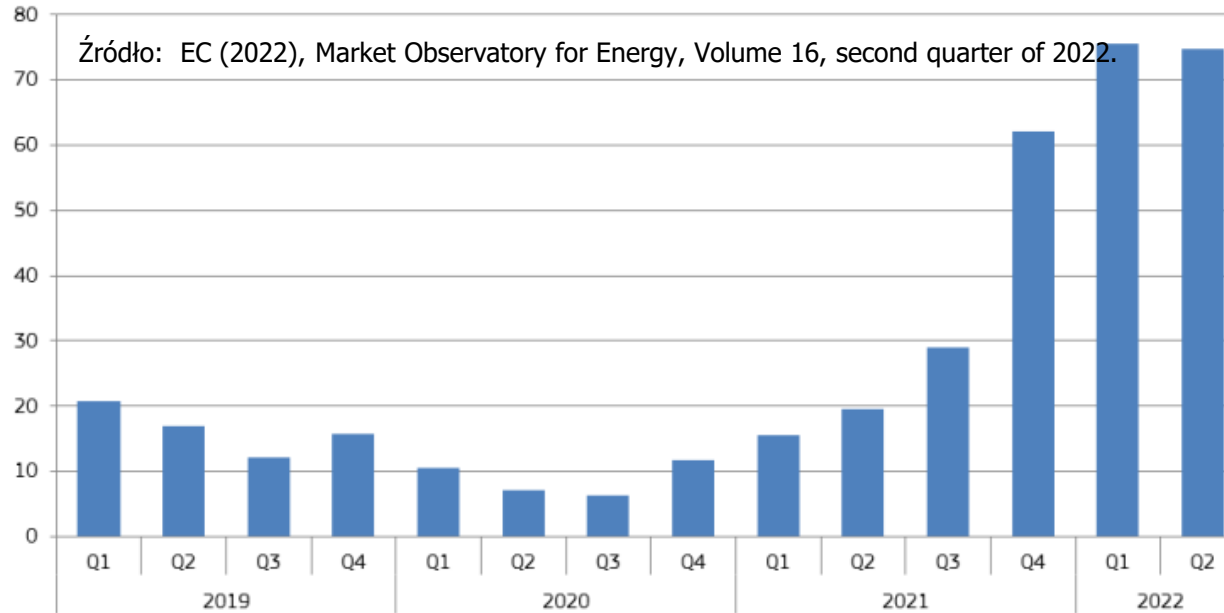
26–29 September 2022



Źródło: EC (2022), Market Observatory for Energy, Volume 16, 2 quarter of 2022.

Szacowany kwartalny rachunek za import gazu spoza UE, (w mld euro)

Billion EUR



Saldo w obrotach surowcami energetycznymi (w mld USD)

Countries	Saldo 2020	Saldo 2021	Saldo 2022	Saldo 2023
Russian Federation	140,2	210,1	384,7	258,9
Saudi Arabia	127,6	198,9	308,9	250,5
Norway	36,9	101,9	203,1	113,0
United Arab Emirates	130,9	180,5	196,1	164,4
Canada	48,8	89,6	135,0	104,8
Iraq	53,6	75,2	126,1	105,6
Qatar	41,9	73,3	113,7	87,3
Australia	49,0	65,9	113,2	84,5
Kuwait	35,7	57,7	82,6	68,7
Algeria	19,5	33,4	59,2	51,5
Oman	16,4	23,4	57,1	46,9
United States of America	20,5	15,2	55,9	56,6
Poland	-9,5	-13,9	-24,0	-21,7
Spain	-18,5	-32,0	-59,2	-40,3
United Kingdom	-7,4	-35,6	-79,8	-50,4
Türkiye	-24,2	-42,2	-80,2	-52,7
France	-30,0	-53,9	-123,3	-76,4
Italy	-25,6	-57,3	-129,7	-69,8
Germany	-50,3	-84,4	-145,3	-96,6
Korea, Republic of	-61,2	-97,5	-153,9	-117,3
India	-76,7	-114,0	-178,8	-131,2
Japan	-97,9	-144,9	-238,1	-182,4
China	-230,4	-352,7	-471,0	-453,2

Miks energetyczny – procent energii elektrycznej wytwarzanej z danego źródła, 2024 (w %)

Country	Oil	Natural Gas	Coal	Nuclear energy	Hydro electric	Renewables
China	0%	3%	58%	4%	13%	20%
US	0%	43%	15%	18%	5%	18%
India	0%	3%	75%	3%	8%	12%
Russian Federation	1%	45%	18%	18%	17%	1%
Japan	2%	31%	30%	8%	8%	15%
Brazil	1%	7%	2%	2%	55%	32%
Canada	1%	17%	4%	13%	54%	10%
South Korea	1%	28%	30%	30%	1%	9%
France	0%	3%	0%	68%	13%	14%
Germany	1%	16%	21%	0%	4%	53%
Saudi Arabia	34%	63%	0%	0%	0%	2%
Iran	7%	86%	0%	2%	5%	1%
Indonesia	2%	18%	61%	0%	7%	12%
Mexico	10%	62%	3%	3%	7%	14%
Turkey	0%	19%	35%	0%	21%	25%
Vietnam	0%	7%	50%	0%	29%	13%
Spain	3%	18%	1%	19%	12%	44%
United Kingdom	1%	30%	1%	14%	2%	49%
Australia	2%	17%	45%	0%	5%	31%
Italy	5%	40%	5%	0%	20%	29%
Egypt	8%	81%	0%	0%	6%	5%
South Africa	1%	0%	86%	3%	0%	8%
Malaysia	1%	35%	46%	0%	16%	2%
Thailand	0%	68%	17%	0%	3%	12%
United Arab Emirates	0%	68%	0%	23%	0%	9%
Poland	1%	11%	56%	0%	1%	29%
Netherlands	1%	36%	8%	3%	0%	51%
Total World	2%	22%	34%	9%	14%	17%

Średnie ceny energii elektrycznej dla przedsiębiorstw, 2023-2025 (w USD/kWh)

Country	USD/kWh
China	0.096
US	0.148
India	0.125
Russian Federation	0.094
Japan	0.206
Brazil	0.129
Canada	0.106
South Korea	0.117
France	0.187
Germany	0.285
Saudi Arabia	0.069
Indonesia	0.071
Vietnam	0.078
United Kingdom	0.442
Italy	0.428
Malaysia	0.129
Thailand	0.128
Poland	0.376

Źródło: https://www.globalpetrolprices.com/electricity_prices/ [7.10.2025].

Graniczny podatek węglowy

CBAM – Carbon Border Adjustment Mechanism

CBAM zakłada, że importerzy dóbr z listy branż najbardziej zagrożonych zjawiskiem *carbon leakage* będą musieli zarejestrować taką działalność i kupować pozwolenia na ich import. Cena pozwoleń ma być równa tygodniowej średniej pozwoleń na emisję z aukcji EU-ETS.

CBAM ma być wdrażany stopniowo – w pierwszej fazie ma dotyczyć tylko pięciu dóbr o największym ryzyku *carbon leakage*:

- Cement
- Żelazo i stal
- Aluminium
- Nawozy sztuczne
- Energia elektryczna

Metale ziem rzadkich - produkcja i rezerwy

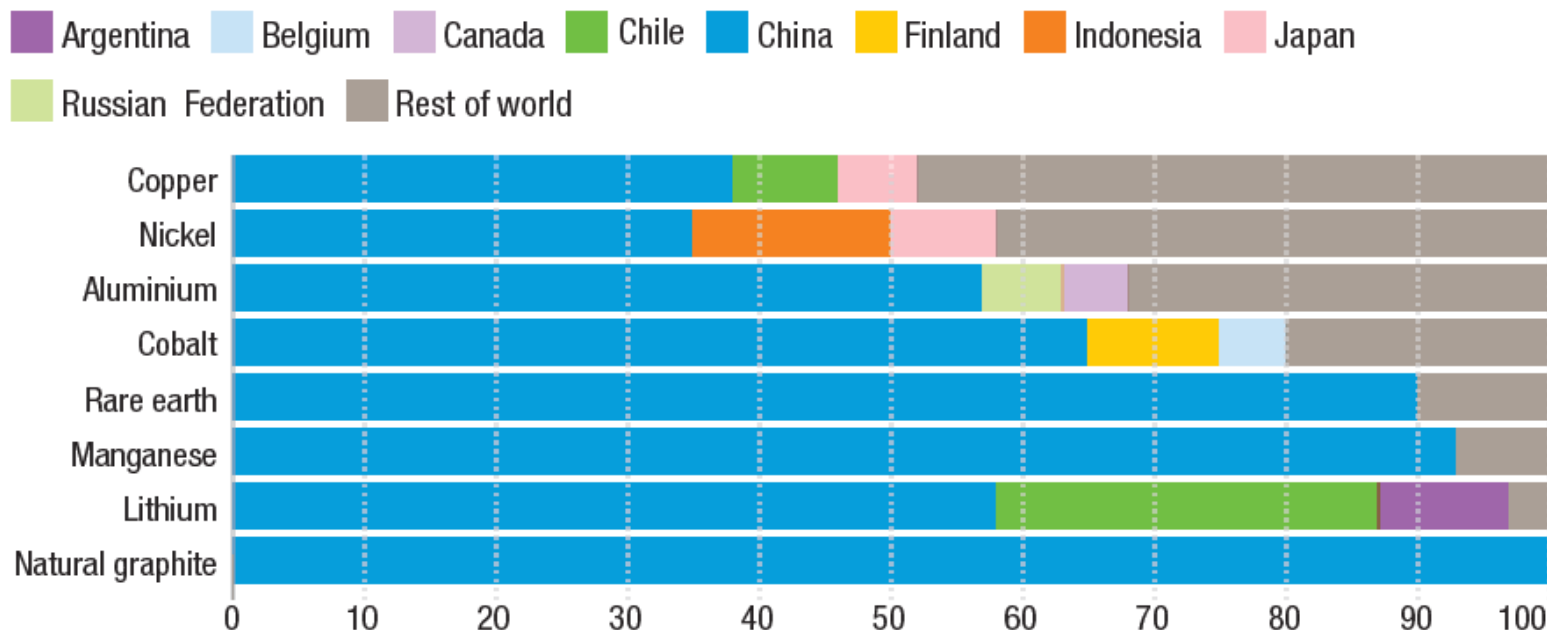
Country	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Share 2024	Reserves 2024	Share
China	105,0	105,0	105,0	120,0	132,0	140,0	168,0	210,0	255,0	270,0	71,1%	44000	48,3%
US	5,9	-	-	18,0	28,0	39,0	42,0	42,0	41,6	45,0	11,8%	1900	2,1%
Australia	11,9	13,9	17,3	18,6	17,6	21,1	22,5	16,0	16,0	13,0	3,4%	5700	6,3%
Thailand	0,8	1,6	1,3	1,0	1,9	3,6	8,2	7,1	3,6	13,0	3,4%	5	0,0%
India	1,0	1,1	1,4	2,1	2,5	2,5	2,6	2,9	2,9	2,9	0,8%	6900	7,6%
Russian Federation	2,3	3,1	2,5	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,5	2,5	0,7%	3800	4,2%
Madagascar	-	-	-	2,0	4,0	2,8	3,9	2,6	2,6	2,0	0,5%	160	0,2%
Brazil	0,9	2,7	1,7	1,2	0,7	0,6	0,5	0,1	0,1	^		21000	23,1%
Rest of World	0,9	4,8	15,4	25,5	26,6	32,1	35,6	13,5	43,6	31,4	8,3%	7610	8,4%
Total World	128,6	132,2	144,6	191,0	215,9	244,3	286,0	296,8	368,0	379,9	100%	91074	100%

Źródło: Energy Institute, Statistical Review of World Energy, 2025.

Metal	Zastosowanie	Gdzie się stosuje
Neodym (Nd)	Magnesy neodymowe	silniki elektryczne, turbiny wiatrowe, dyski twarde
Prazeodym (Pr)	Magnesy i szkła ochronne	napędy hybrydowe, okulary ochronne
Dysproz (Dy)	Wzmacnianie magnesów w wysokiej temp.	silniki pojazdów elektrycznych, roboty przemysłowe
Terb (Tb)	Fosfory do ekranów	ekrany LCD, LED, odbiorniki
Iterb (Yb)	Lasery i katalizatory	medycyna, przemysł
Itr (Y)	Białe LED i lasery	oświetlenie LED, światłowody



Udział czołowych krajów przetwarzających minerały w światowej produkcji



Źródło: UNCTAD (2024), Digital Economy Report 2024.

Pekin odpowiada za 66,0% zużywanego na świecie indu, 68,0% wanadu, prawie 65,0% fluorytu, 77,0% naturalnego grafitu i 48,0% antymonu.

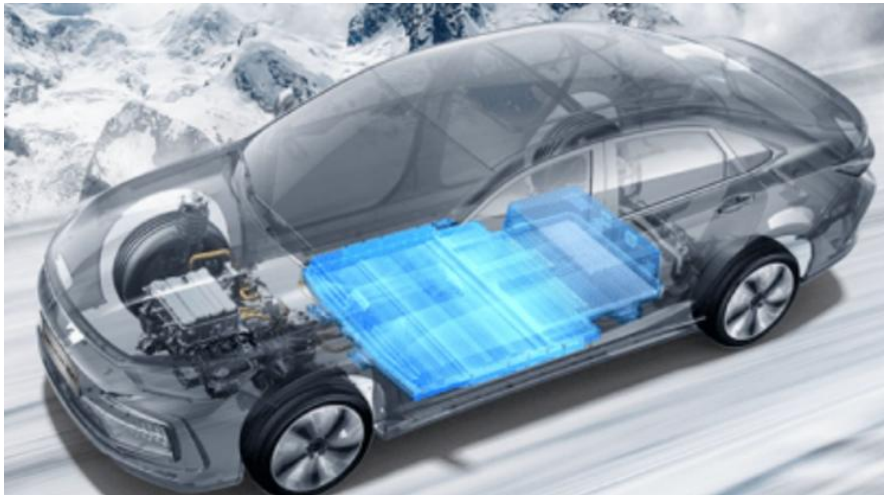
KE, podaje, że Chiny odpowiadają za produkcję 76% krzemu, 83% germanu, 86% wolframu i aż 100% ciężkich pierwiastków ziem rzadkich (HREEs) i 85% lekkich pierwiastków ziem rzadkich (LREEs). Komunikat KE z 2017 r.: „**Chiny są krajem odgrywającym największą rolę w zakresie światowych dostaw większości surowców krytycznych**”.

Metale ziem rzadkich

Cer (zastosowanie: katalizatory spalin, polerowanie szkła) uzyskuje się z 16 ton oczyszczonej skały. Pozyskanie kilograma lutetu (zastosowanie: medycyna, lasery, detektory promieniowania) wymaga natomiast oczyszczenia aż 1200 ton materiału skalnego.

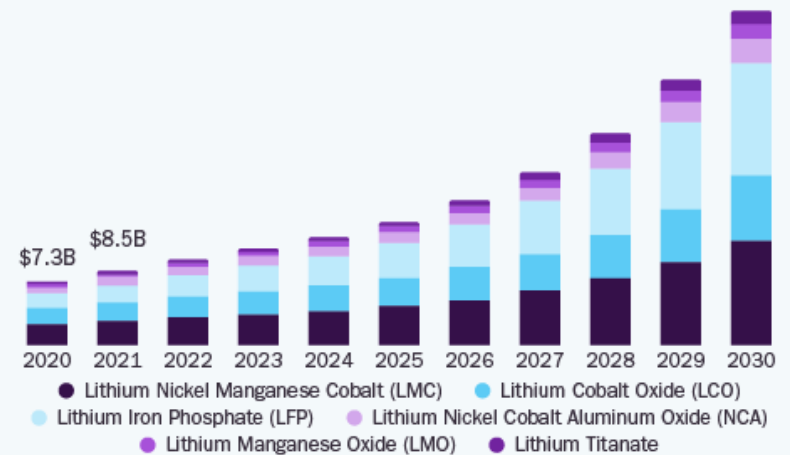


Kopalnie litu - Chile

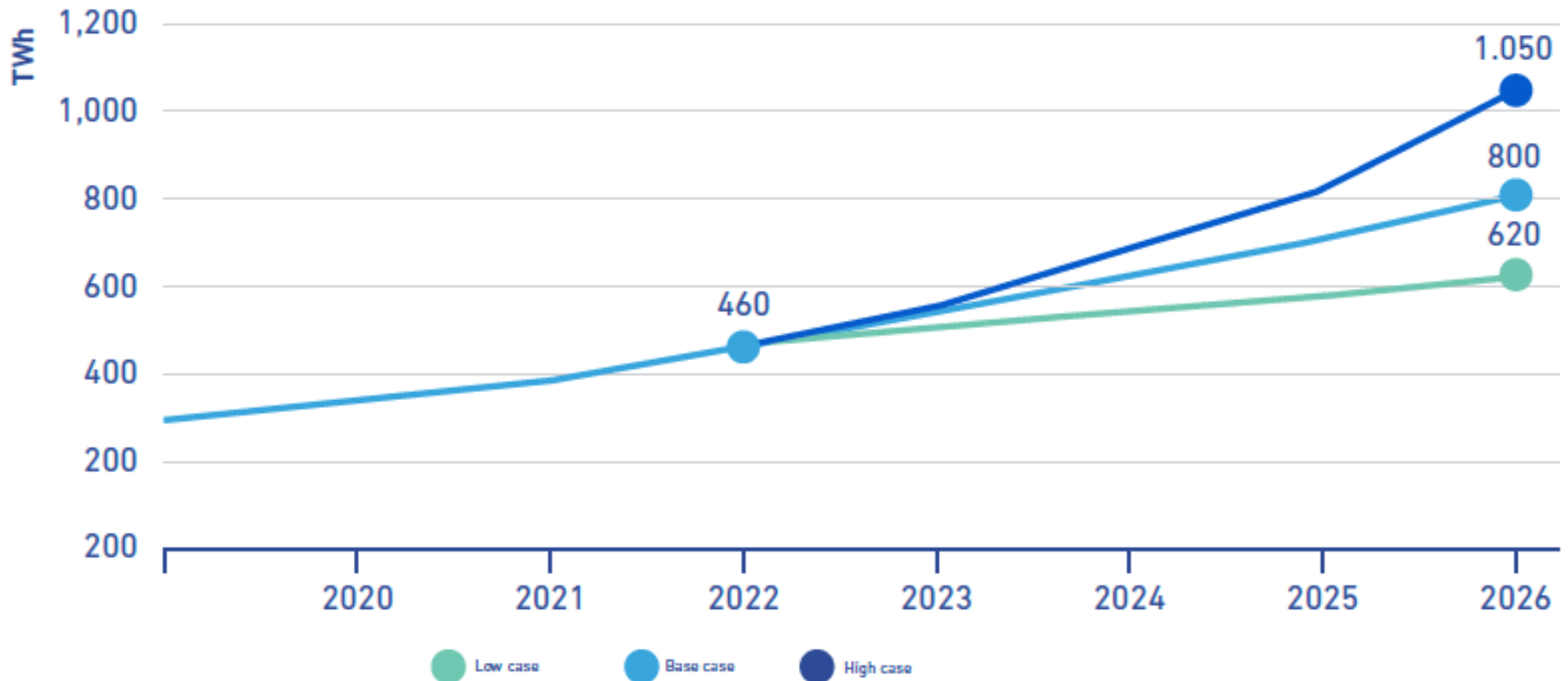


U.S. Lithium-ion Battery Market

Size, by Product, 2020 - 2030 (USD Billion)



Globalne zapotrzebowanie na energię elektryczną ze strony centrów danych, sztucznej inteligencji i kryptowalut



Współpraca międzynarodowa w obszarze zmian klimatu

2021

Europejskie prawo o klimacie
Pierwsze unijne prawo klimatyczne

2019

Zielony Ład (European Green Deal)
Europa neutralna dla klimatu do 2050 r.

2015

Porozumienie paryskie
Pierwsza powszechna i prawnie wiążąca,
międzynarodowa umowa klimatyczna

2010

Porozumienie z Cancun
Ustanowienie Zielonego Funduszu
Klimatycznego

2005

Uruchomienie unijnego systemu handlu
uprawnieniami do emisji (EU ETS)

1997

Protokół z Kioto
Pierwszy globalny traktat w sprawie reduk-
cji gazów cieplarnianych

1992

Przyjęcie Ramowej Konwencji Narodów
Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu (UNFCCC)

1990

Pierwszy Raport IPCC

1988

Utworzenie Międzyrządowego
Zespołu do spraw Zmian Klimatu (IPCC)

1987

Protokół Montrealski w sprawie substancji,
które mogą zubożać warstwę ozonową

1979

Pierwsza Światowa Konferencja
Klimatyczna w Genewie
Ustanowienie Światowego Programu
Klimatycznego

CELE POROZUMIENIA PARYSKIEGO

1

Utrzymanie światowego wzrostu temperatury znacz-
nie poniżej 2 °C w stosunku do poziomu sprzed epoki
przemysłowej

2

Zatrzymanie wzrostu temperatury na poziomie 1,5 °C

3

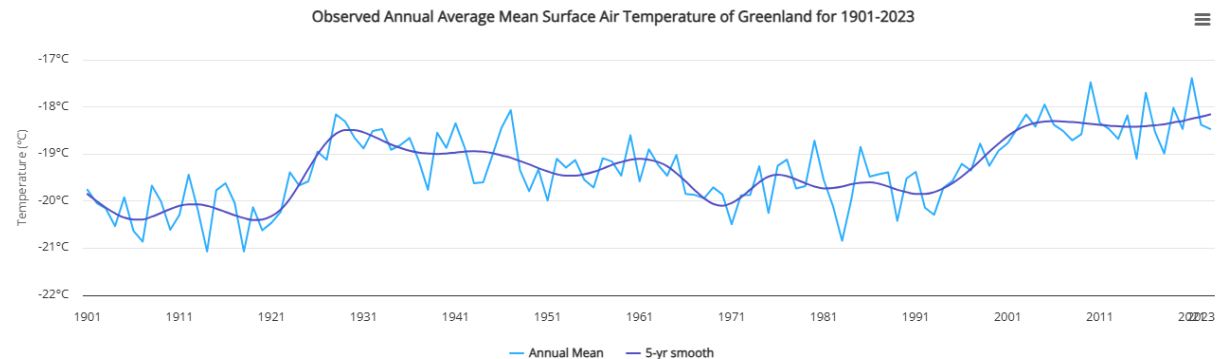
Zapewnienie zgodności działań sektora finansowego
z celami klimatycznymi

4

Przeciwdziałanie skutkom oraz zwiększenie zdolności
adaptacji do zmian klimatu

5

Wspieranie rozwoju niskoemisyjnego oraz zwiększe-
nie powierzchni lasów



1929

● Annual Mean: -18.31 °C

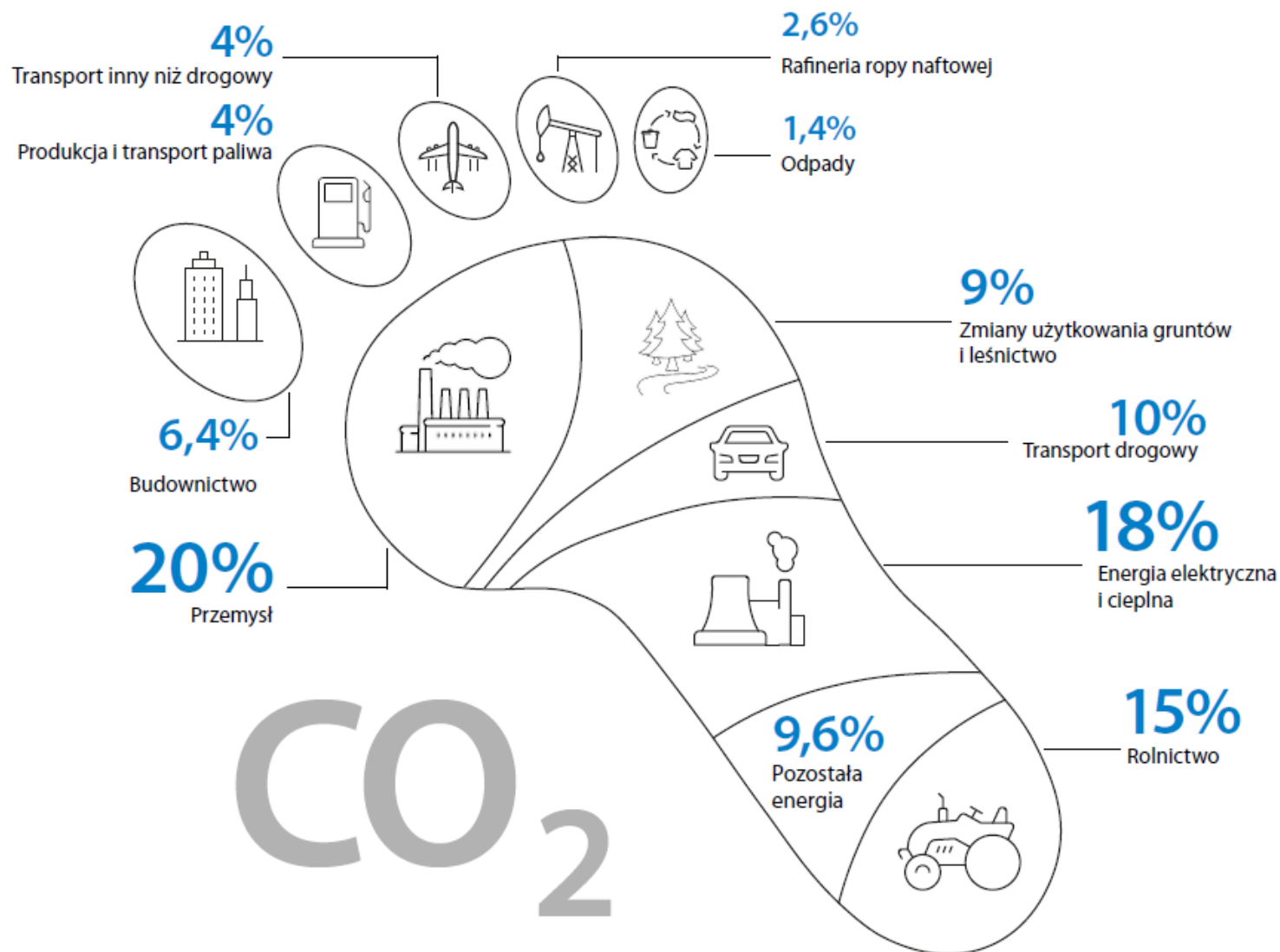
● 5-yr smooth: -18.49 °C

2023

● Annual Mean: -18.47 °C

● 5-yr smooth: -18.16 °C

Czynniki przyczyniające się do śladu węglowego



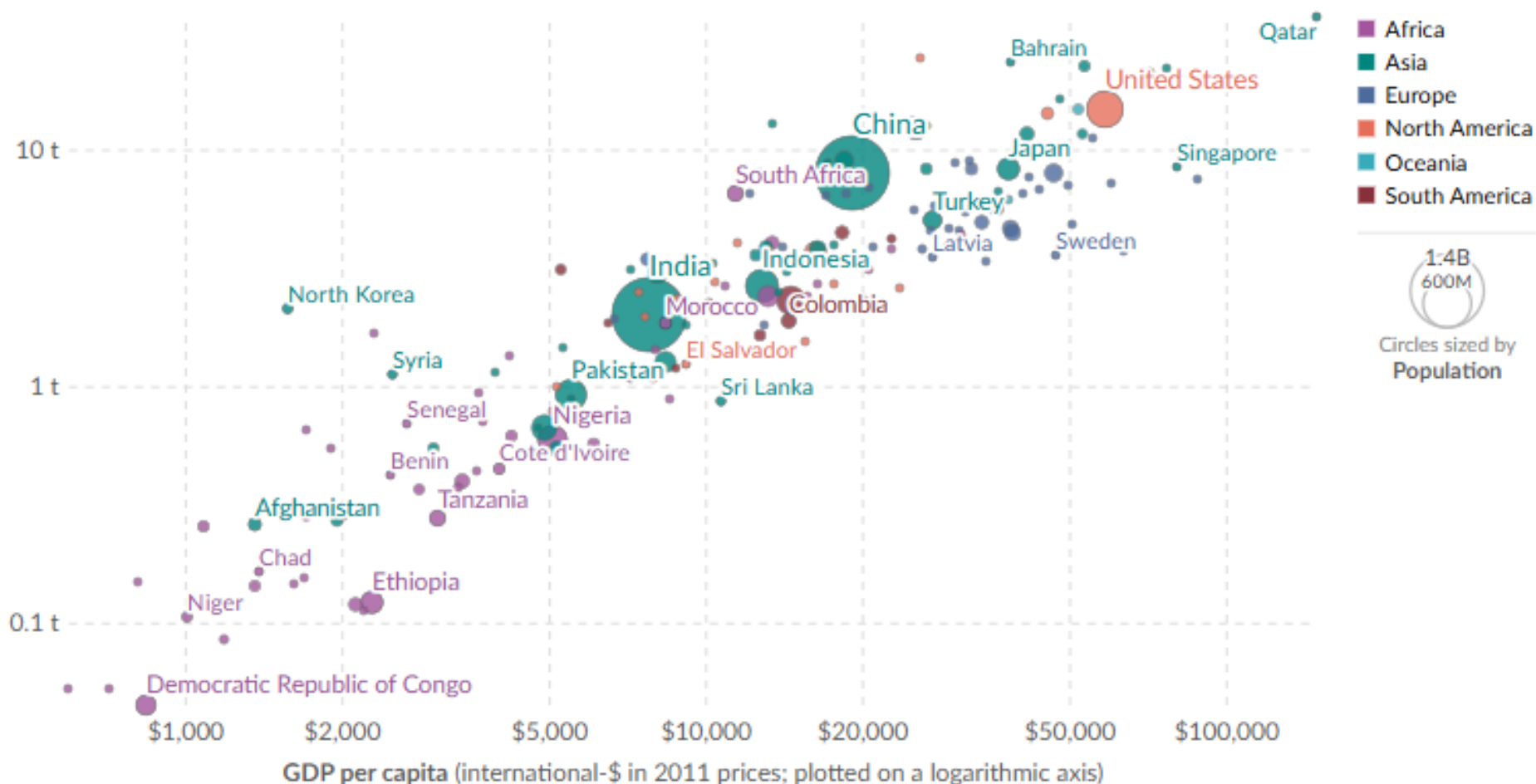
Emisje CO2 w wybranych krajach, 1990-2024

Country	1990	2000	2010	2020	2024	1990-2024	Share 2024
China	2309	3308	8095	10083	11173	384%	31,5%
US	4971	5741	5486	4468	4619	-7%	13,0%
India	602	960	1644	2248	2953	390%	8,3%
Russian Federation	2234	1453	1492	1460	1681	-25%	4,7%
Japan	1086	1251	1210	1046	1005	-7%	2,8%
Indonesia	132	264	423	514	747	464%	2,1%
Iran	182	305	504	655	709	290%	2,0%
Saudi Arabia	202	278	462	558	636	215%	1,8%
South Korea	240	442	593	600	595	148%	1,7%
Germany	1008	854	783	617	570	-43%	1,6%
Canada	445	533	544	500	523	17%	1,5%
Mexico	281	371	467	419	478	70%	1,3%
Brazil	206	321	413	418	447	117%	1,3%
Turkey	136	206	276	385	438	221%	1,2%
South Africa	325	372	475	451	432	33%	1,2%
Australia	280	355	402	377	377	35%	1,1%
Vietnam	18	47	123	291	334	1761%	0,9%
United Kingdom	595	567	530	324	321	-46%	0,9%
United Arab Emirates	82	124	214	250	303	270%	0,9%
Italy	492	456	402	284	296	-40%	0,8%
Malaysia	55	131	214	251	296	442%	0,8%
Thailand	89	170	249	270	271	203%	0,8%
Poland	374	300	321	284	257	-31%	0,7%
France	367	385	361	255	254	-31%	0,7%
Singapore	70	107	190	211	248	256%	0,7%
Kazakhstan	241	102	178	199	230	-5%	0,6%
Egypt	87	119	182	190	226	161%	0,6%
Philippines	40	69	80	127	164	304%	0,5%
Netherlands	192	216	230	173	151	-21%	0,4%
Qatar	13	23	63	109	136	954%	0,4%
Bangladesh	13	24	51	102	125	883%	0,4%
Total World	21418	23709	31067	32368	35492	66%	100,0%

Źródło:
Energy Institute
(2025).

Emisja CO₂ per capita a GP per capita, 2022

Per capita emissions (tonnes per person; plotted on a logarithmic axis)



Podaż energii (gigajoule per capita)

Country	1990	2000	2010	2020	2021	2022	2023	2024
Iceland	220	387	756	798	790	807	803	788
Qatar	645	753	706	659	694	703	745	768
Singapore	323	395	562	585	592	570	615	649
United Arab Emirates	654	552	505	449	455	475	484	497
Kuwait	195	402	495	343	387	367	371	383
Saudi Arabia	314	297	351	335	343	352	346	347
Oman	95	175	310	288	318	321	308	302
Canada	317	345	332	301	302	306	300	299
US	316	336	298	254	267	270	266	266
South Korea	88	175	229	238	250	254	250	254
Russian Federation	236	170	190	193	200	208	212	219
Australia	215	239	240	208	204	210	206	205
Norway	217	245	213	208	211	200	202	200
Netherlands	218	225	250	194	196	180	172	166
Sweden	217	206	198	160	171	164	156	157
Iran	49	75	113	139	136	139	141	140
France	165	186	172	133	142	125	129	135
Malaysia	47	94	116	122	126	135	130	134
Germany	189	174	168	138	143	134	120	120
China	24	32	74	97	102	103	109	112
Poland	114	95	108	104	112	107	99	99
Italy	133	129	119	94	101	101	95	94
United Kingdom	157	162	141	99	100	99	93	93
Turkey	33	44	57	72	78	77	76	80
Thailand	23	42	61	68	68	68	68	70
Mexico	57	61	67	57	60	62	62	61
Brazil	28	37	46	46	49	49	50	51
Vietnam	4	9	20	40	38	39	43	45
Indonesia	12	20	26	29	30	36	37	39
Egypt	23	27	35	31	33	34	33	34
India	9	12	17	21	23	24	26	27
Bangladesh	2	4	6	10	11	11	11	11
Total World	62	62	70	68	71	71	72	73

Źródło:
World Bank (2025).

Udział państw w światowym PKB (PPP)

Country	1990	2000	2010	2020	2024
World (mld USD)	29504	49255	89840	134748	173163
World (%)	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
United States	20.2%	20.8%	16.8%	15.6%	14.8%
China	3.8%	7.5%	13.8%	18.0%	19.4%
Japan	8.3%	7.0%	5.0%	3.9%	3.3%
Germany	5.2%	4.5%	3.5%	3.5%	3.0%
India	3.6%	4.5%	5.8%	6.8%	8.2%
United Kingdom	3.3%	3.2%	2.5%	2.3%	2.1%
France	3.5%	3.2%	2.6%	2.4%	2.2%
Russian Federation	4.0%	2.0%	3.3%	3.3%	3.5%
Canada	1.9%	1.8%	1.5%	1.3%	1.4%
Italy	3.6%	3.1%	2.3%	1.9%	1.8%
Poland	0.8%	0.9%	0.9%	1.0%	1.0%

Największe gospodarki świata (wg PKB, PPP), 2024

(constant 2021 international \$)

Kraj	PKB (w mld USD PPP)
1. Chiny	33598
2. USA	25676
3. Indie	14244
4. Rosja	6089
5. Japonia	5715
6. Niemcy	5247
7. Brazylia	4165
8. Indonezja	4102
9. Francja	3732
10. Wielka Brytania	3636
11. Włochy	3133
12. Turcja	3018
18. Polska	1649

Świat: 173163 USD

Źródło: World Bank, 2025.

Niezależność energetyczna

Niezależność energetyczna - zdolność kraju lub regionu do zaspokojenia wszystkich potrzeb energetycznych bez konieczności importowania energii pierwotnej lub końcowej.

Prezydent Richard Nixon (1973) określił niezależność energetyczną jako sytuację, w której **krajowa produkcja energii jest adekwatna do zaspokojenia własnych potrzeb energetycznych** bez polegania na jakichkolwiek źródłach zagranicznych; (...) **działania obcych rządów nie mogą spowodować poważnych zakłóceń cen energii lub dostaw surowców energetycznych.**

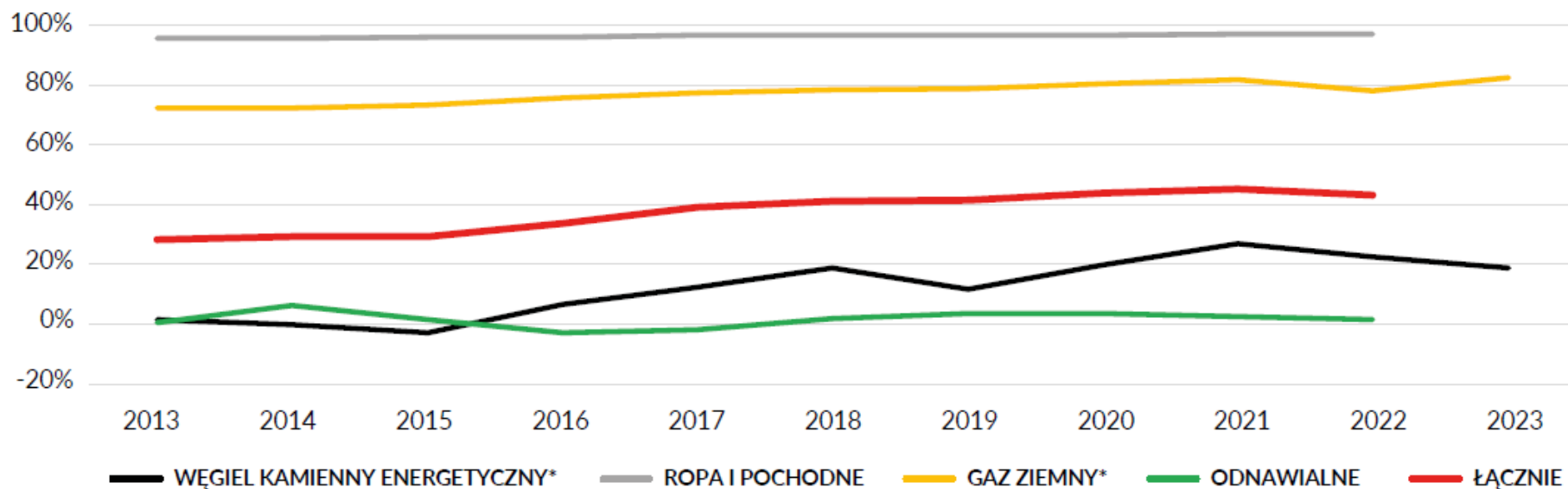
Samowystarczalność energetyczna*

Źródło: IEA (2019),
World energy balances 2019.

Kraj	1990	2000	2010	2016	2017	2018p
Polska	1,01	0,89	0,67	0,67	0,62	0,59
Hiszpania	0,38	0,26	0,27	0,28	0,27	0,27
Niemcy	0,53	0,40	0,40	0,37	0,37	0,37
Korea Płd.	0,24	0,18	0,18	0,18	0,17	0,16
Wielka Brytania	1,01	1,22	0,73	0,67	0,68	0,70
USA	0,86	0,73	0,78	0,89	0,92	0,98
Chiny	1,01	0,99	0,88	0,79	0,80	..

*produkcja energii pierwotnej / konsumpcja energii pierwotnej

Uzależnienie importowe Polski w zakresie energii

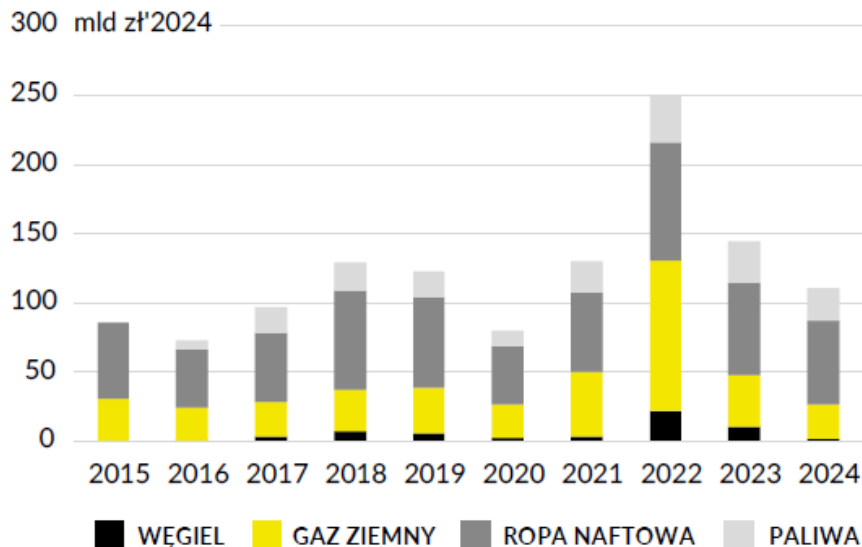


Uzależnienie importowe jest zdefiniowane jako stosunek energii importowanej do końcowego zużycia:

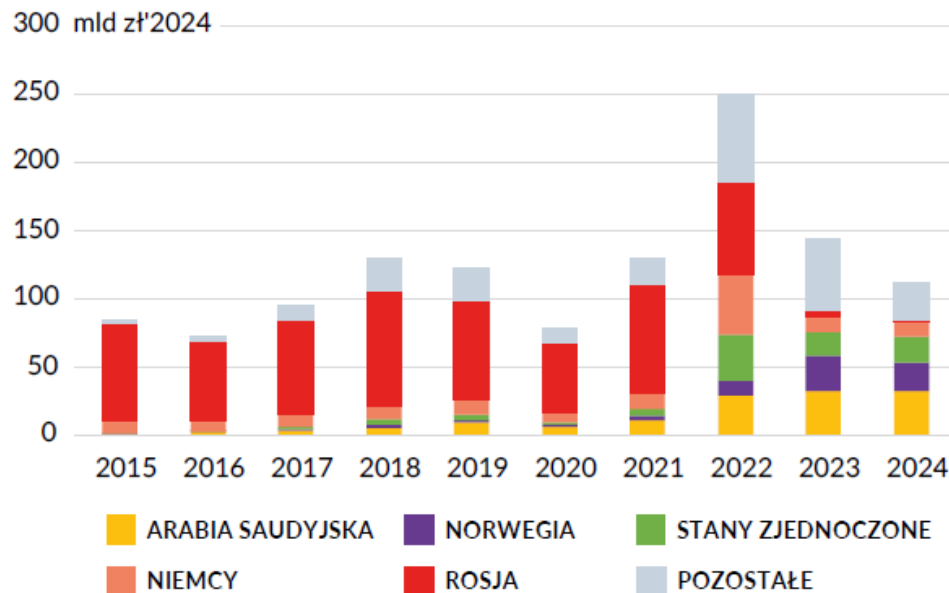
- w przypadku ropy naftowej: 96–97%,
- w przypadku gazu ziemnego wyniosło 83%,
- w przypadku węgla kamiennego 19%.

Koszt importu surowców energetycznych

KOSZT IMPORTU NETTO W PODZIALE NA SUROWCE I PALIWA*



KOSZT IMPORTU NETTO W PODZIALE NA KIERUNEK



W 2024 r., po uwzględnieniu inflacji, wartość importu netto surowców energetycznych i paliw do Polski wyniosła szacunkowo **112 mld zł**.

Ponad połowę tej kwoty (54%) stanowił import netto ropy naftowej (60 mld zł), 23% gazu ziemnego (26 mld zł), a 2% węgla (1,7 mld zł).

Kluczowe elementy PEP2040

Transformacja energetyczna
z uwzględnieniem samowystarczalności
elektroenergetycznej

Wzrost udziału OZE we wszystkich sektorach
i technologiach. W 2030 r. udział OZE w
końcowym zużyciu energii brutto **wyniesie co
najmniej 23%**

nie mniej niż 32% w elektroenergetyce
(głównie en. wiatrowa i PV)

28% w ciepłownictwie (wzrost 1,1 pp. r/r)

14% w transporcie (z dużym wkładem
elektromobilności)

**Energetyka wiatrowa
na morzu**

moc zainstalowana osiągnie:

ok. 5,9 GW w 2030 r.

do ok. 11 GW w 2040 r.

Nastąpi istotny
wzrost mocy
zainstalowanych
w fotowoltaice do:
ok. 5-7 GW w 2030 r.
i ok. 10-16 GW
w 2040 r.

**W 2030 r. udział
węgla**
w wytwarzaniu
energii elektrycznej
nie będzie
przekraczać **56%**

Redukcja wykorzystania
węgla w gospodarce będzie
następować w sposób
zapewniający **sprawiedliwą
transformację**

Wzrośnie efektywność
energetyczna – na 2030 r.
określono
cel 23%
**zmniejszenia zużycia
energii pierwotnej**
vs. prognoz PRIMES2007

Programy inwestycyjne
OSPe i OSDe będą
ukierunkowane na rozwój
OZE oraz **aktywnych
obiorców** i bilansowania
lokalnego

W 2033 r. uruchomiony zostanie pierwszy
blok **elektrowni jądrowej**
o mocy ok. 1-1,6 GW.
Kolejne bloki będą wdrażane co 2-3 lata,
a cały program jądrowy zakłada budowę
6 bloków.

Kluczowe elementy PEP2040

Do 2040 r.
**potrzeby cieplne
wszystkich gospodarstw
domowych**
pokrywane będą przez
ciepło systemowe oraz
przez zero- lub
niskoemisyjne źródła
indywidualne

Gaz ziemny
będzie paliwem
pomostowym
w transformacji
energetycznej

W 2030 r. osiągnięta
zostanie zdolność
transportu sieciami
gazowymi mieszaniny
zawierającej
ok. **10% gazów
zdekarbonizowanych**

**Rozbudowie ulegnie
infrastruktura
gazu ziemnego,
ropy naftowej
i paliw ciekłych, a także
zapewniona zostanie
dywersyfikacja kierunków
dostaw**

Szereg działań zostanie nakierowanych jest na
poprawę jakości powietrza, m.in.:

- rozwój ciepłownictwa systemowego (4-krotny wzrost liczby efektywnych systemów ciepłowniczych do 2030 r.)
- niskoemisyjny kierunek transformacji źródeł indywidualnych (pompy ciepła, ogrzewanie elektryczne)
- **odejście od spalania węgla w gospodarstwach domowych** w miastach do 2030 r., na obszarach wiejskich do 2040 r.; przy utrzymaniu możliwości wykorzystania paliwa bezdymnego do 2040 r.
 - zwiększenie efektywności energetycznej budynków
- rozwój transportu niskoemisyjnego, w szczególności dążenie do **zeroemisyjnej komunikacji publicznej do 2030 r.** w miastach powyżej 100 tys. mieszkańców

Do 2030 r. nastąpi **redukcja emisji GHG o ok. 30%**
w stosunku do 1990 r.

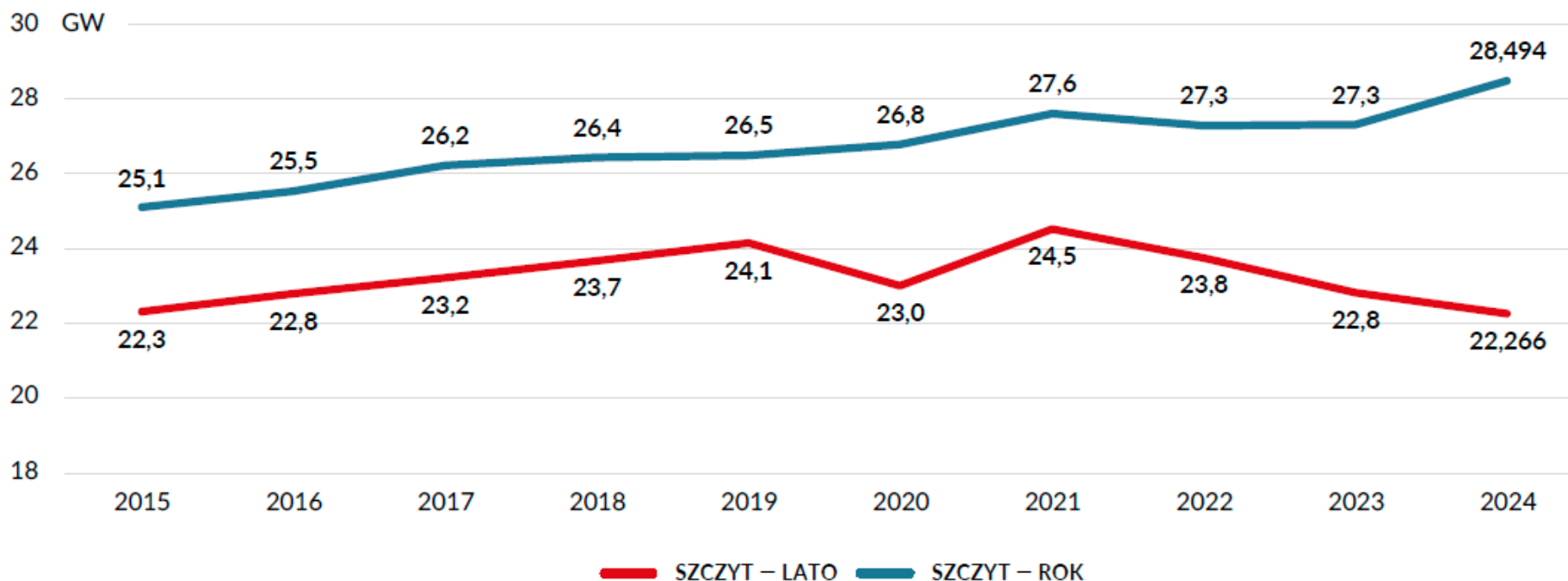
**Redukcja zjawiska ubóstwa
energetycznego do poziomu
max. 6% gospodarstw
domowych**

Najbardziej oczekiwany **rozwój
technologii energetycznych
i inwestycji w B+R** obejmuje:

- technologie magazynowania energii
- inteligentne opomiarowanie i systemy zarządzania energią
- elektromobilność i paliwa alternatywne
- technologie wodorowe

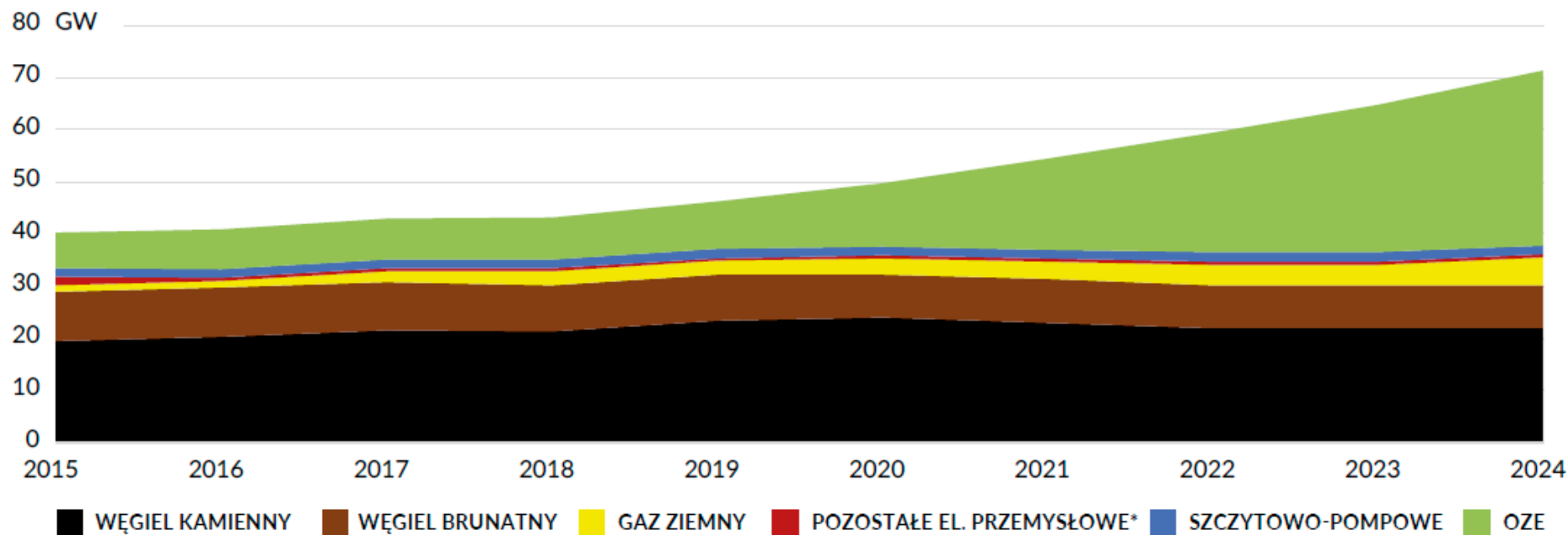
Zmiana zapotrzebowania na moc szczytową w KSE

Zapotrzebowanie na moc w okresie zimowym w 2024 r. wyniosło 28,5 GW – aż o 1,2 GW więcej niż w 2023 r. Kolejny rok z rzędu spada natomiast zapotrzebowanie na moc w okresie letnim – do 22,3 GW (o 0,5 GW względem 2023 r.).



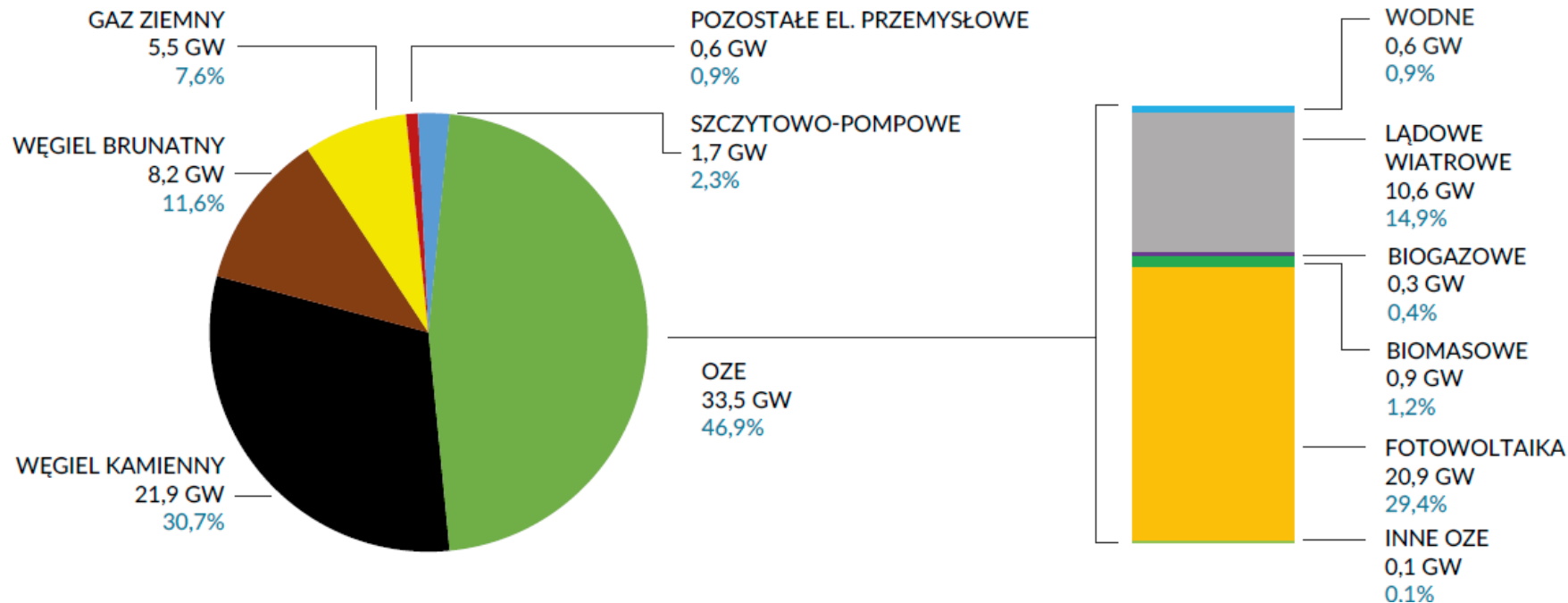
Zmiany mocy systemu energetycznego w Polsce

Moc osiągalna w źródłach konwencjonalnych osiągnęła najwyższy wynik w historii na poziomie 36,2 GW – głównie za sprawą nowych bloków gazowych w Gryfinie. Od 2015 r. sumaryczna moc osiągalna wzrosła do **71,3 GW** – to więcej o 31,1 GW (o 77,1%). W tym okresie moc jednostek konwencjonalnych wzrosła o 4,4 GW (+14%) – w tym na węgiel kamienny o 2,3 GW (+11,9%), a na gaz ziemny o 4,2 GW (+343,2%). Moc w węglu brunatnym zmniejszyła się o 1,1 GW (-11,7%). Moc OZE wzrosła na przestrzeni dekady prawie pięciokrotnie – z 6,8 GW do **33,6 GW**.



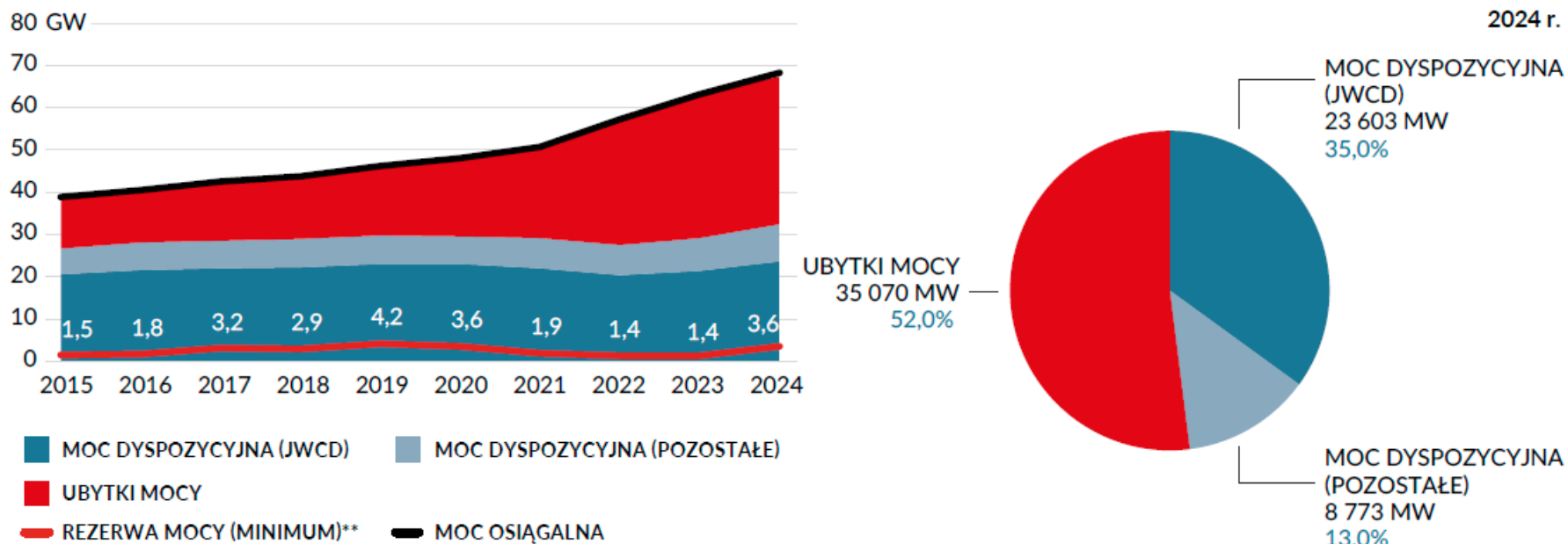
Moc systemu energetycznego w 2024 r.

71,3 GW wyniosła moc osiągalna na koniec 2024 r. To o 6,5 GW więcej niż rok wcześniej. Do 46,9% (z 43,9%) wzrósł udział mocy w OZE. Za ponad 62% mocy OZE odpowiada fotowoltaika (20,9 GW). Moce wiatrowe stanowią prawie 1/3 mocy OZE (10,5 GW).



Rezerwa i ubytki mocy

Do 71,3 GW na koniec 2024 r. wzrosła moc osiągalna w systemie. Średniorocznie wyniosła ona 68,3 GW. Poziom rezerw mocy dobowych szczytów zapotrzebowania w Polsce poprawił się w porównaniu z 2023 r. Jego minimalna wartość w 2024 r. wyniosła 3,6 GW. Średnio 52% mocy osiągalnej stanowiły ubytki. **Średnioroczna moc dyspozycyjna JWCD* wyniosła 23,6 GW**, co oznacza wzrost względem 2023 r. o 2,1 GW.

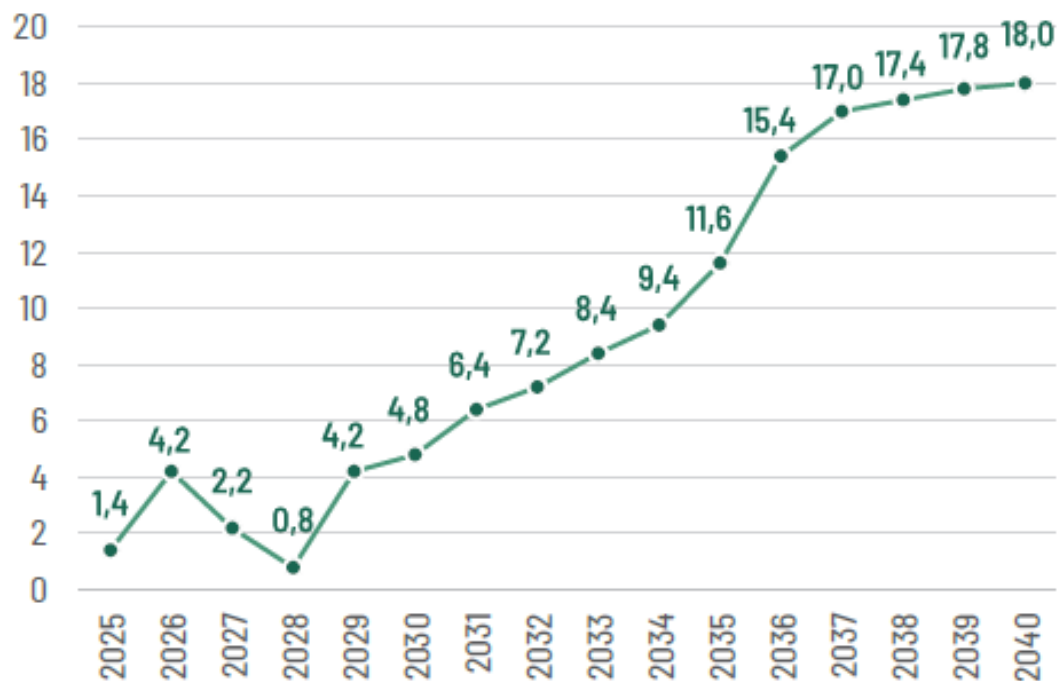


Źródło: opracowanie własne na podstawie danych PSE.

* JWCD – jednostki wytwórcze centralnie dysponowane (elektrownie sterowane bezpośrednio przez operatora sieci przesyłowej – PSE). Jednostkami nJWCD operator może dysponować w ograniczonym zakresie.

** Minimum rezerwy jednostek wytwórczych w KSE w dobowych szczytach zapotrzebowania.

Wymagana dodatkowa moc dyspozycyjna netto w Krajowym Systemie Elektroenergetycznym w latach 2025–2040 (w GW)



Źródło: Polskie Sieci Elektroenergetyczne, Plan rozwoju w zakresie zaspokojenia
obecnego i przyszłego zapotrzebowania na energię elektryczną na lata
2025–2034, marzec 2024.

Źródło: DRAPIEŻNY ZIELONY (NIE) ŁAD, 2024.

Zapotrzebowanie na grunty dla różnych elektrowni

Tabela 3. Porównanie zapotrzebowania na grunty dla różnych typów elektrowni wyrażonego w ha/MW (1 ha = 0,01 km²)

E L E K T R O W N I A				
węglowa	gazowa	jądrowa	wiatrowa	słoneczna
0,28	0,14	0,36	24,28	3,28

Źródło: opracowanie własne na podstawie L. Stevens, B. Anderson, C. Cowan, K. Colton, D. Johnson, dz. cyt.

Tabela 4. Zapotrzebowanie na powierzchnię dla elektrowni uwzględniające tylko wymagania dotyczące zabudowy oraz biorące pod uwagę współczynnik wykorzystania mocy C_F

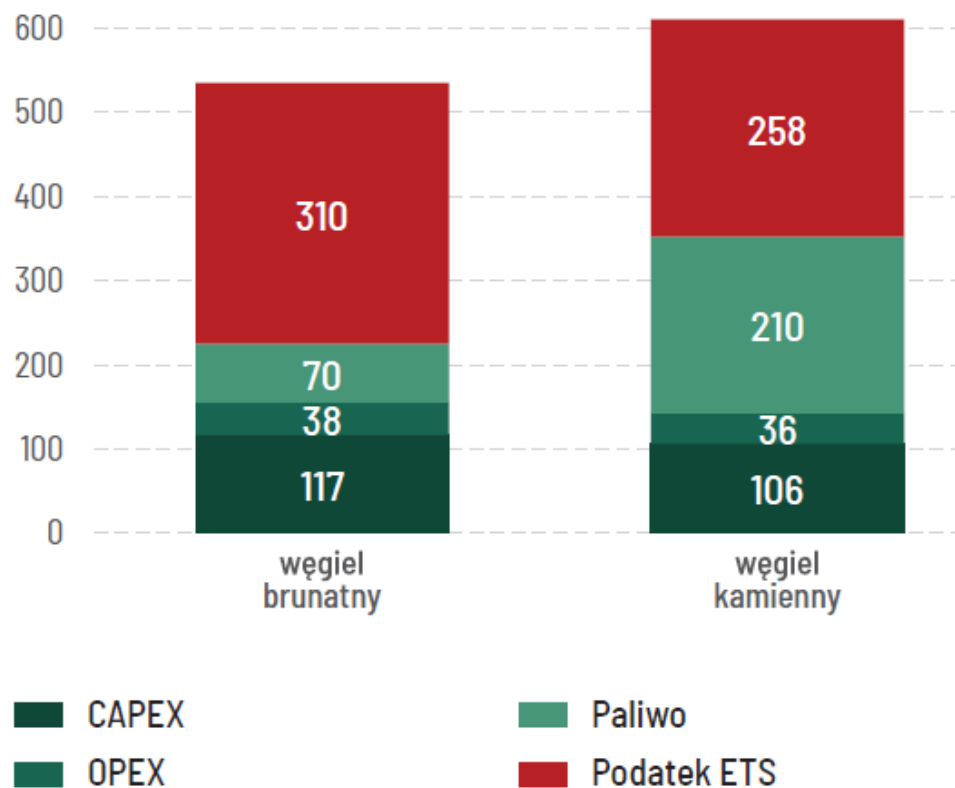
elektrownia	ha/MW	C _F	ha/MW/C _F	relatywnie do jądrowej	km ² /GW
węglowa	0,28	1,00	0,28	0,80	8
gazowa	0,14	1,00	0,14	0,40	4
jądrowa	0,36	1,00	0,36	1,00	10
onshore	24,28	0,25	97,12	269,80	2 698
offshore	24,28	0,45	53,96	149,90	1 499
słoneczna	3,28	0,11	29,8	82,80	828



Koszty produkcji energii elektrycznej dla poszczególnych źródeł

Technologia	Koszty bez ETS (PLN/MWh)	Koszty z ETS (PLN/MWh)
Brunatny	225	535
Kamienny	352	610
Gaz	450	450
Wiatr	754	754
PV	819	819
Inne OZE	530	530
Inne elektrownie	470	470

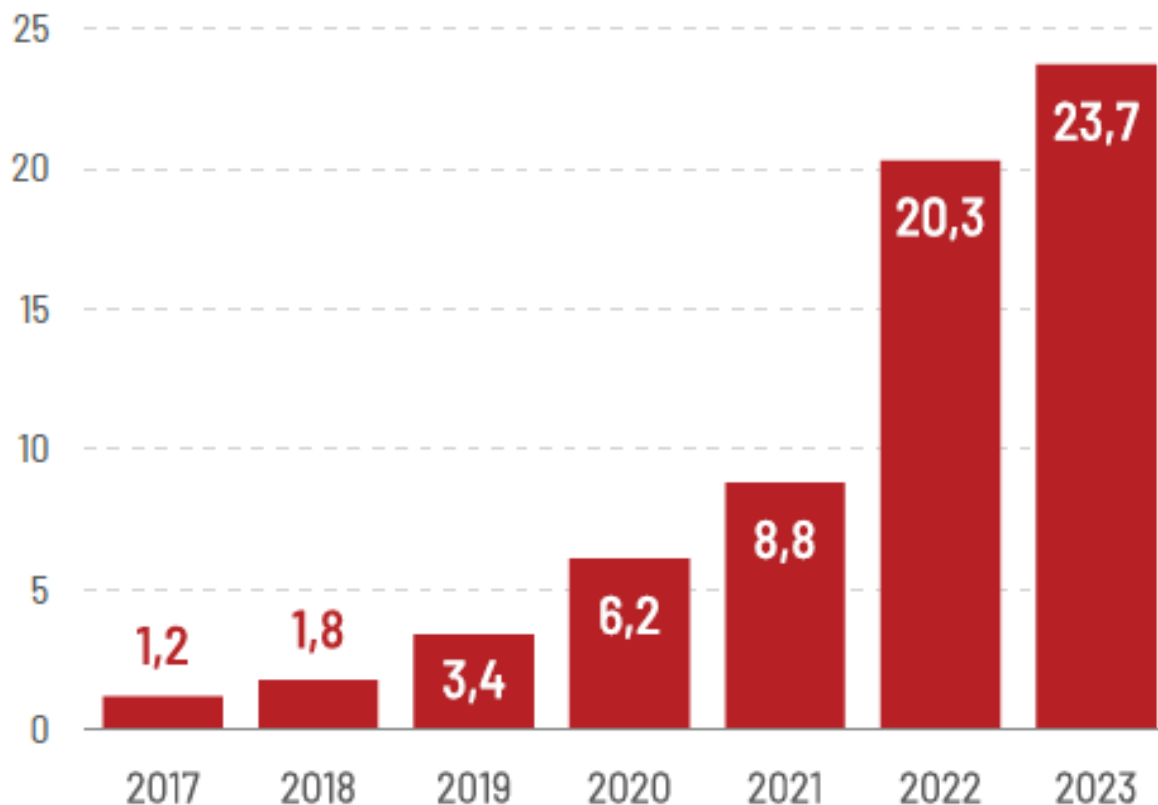
Koszty produkcji energii elektrycznej z węgla brunatnego i kamiennego (w PLN/MWh)



Źródło: dane KOBiZE, ARE, Zarządcy Rozliczeń S.A., Ministerstwa Klimatu i Środowiska, URE, PISW, Statysty, IEA, NREL.

Źródło: DRAPIEŻNY ZIELONY (NIE) ŁAD, 2024.

Koszty uprawnień do emisji CO2 płacone przez Grupę PGE w latach 2017–2023 (w mld PLN)

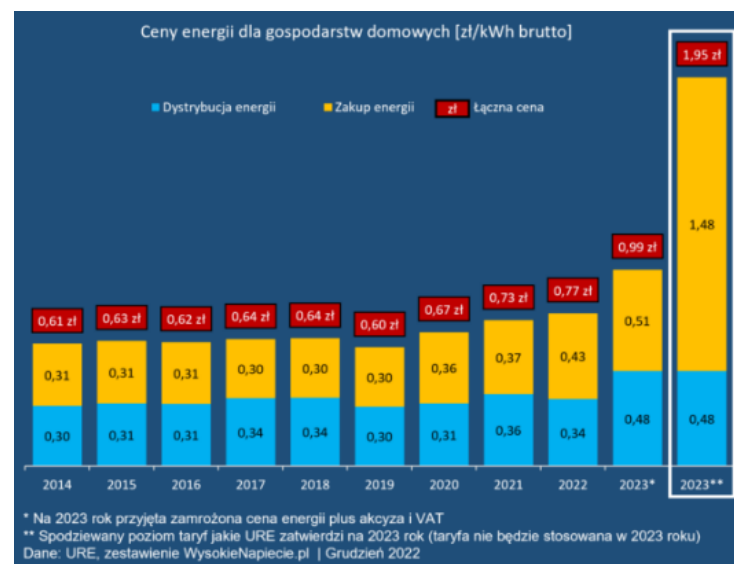


Źródło: opracowanie własne na podstawie danych PGE Polska Grupa Energetyczna SA.

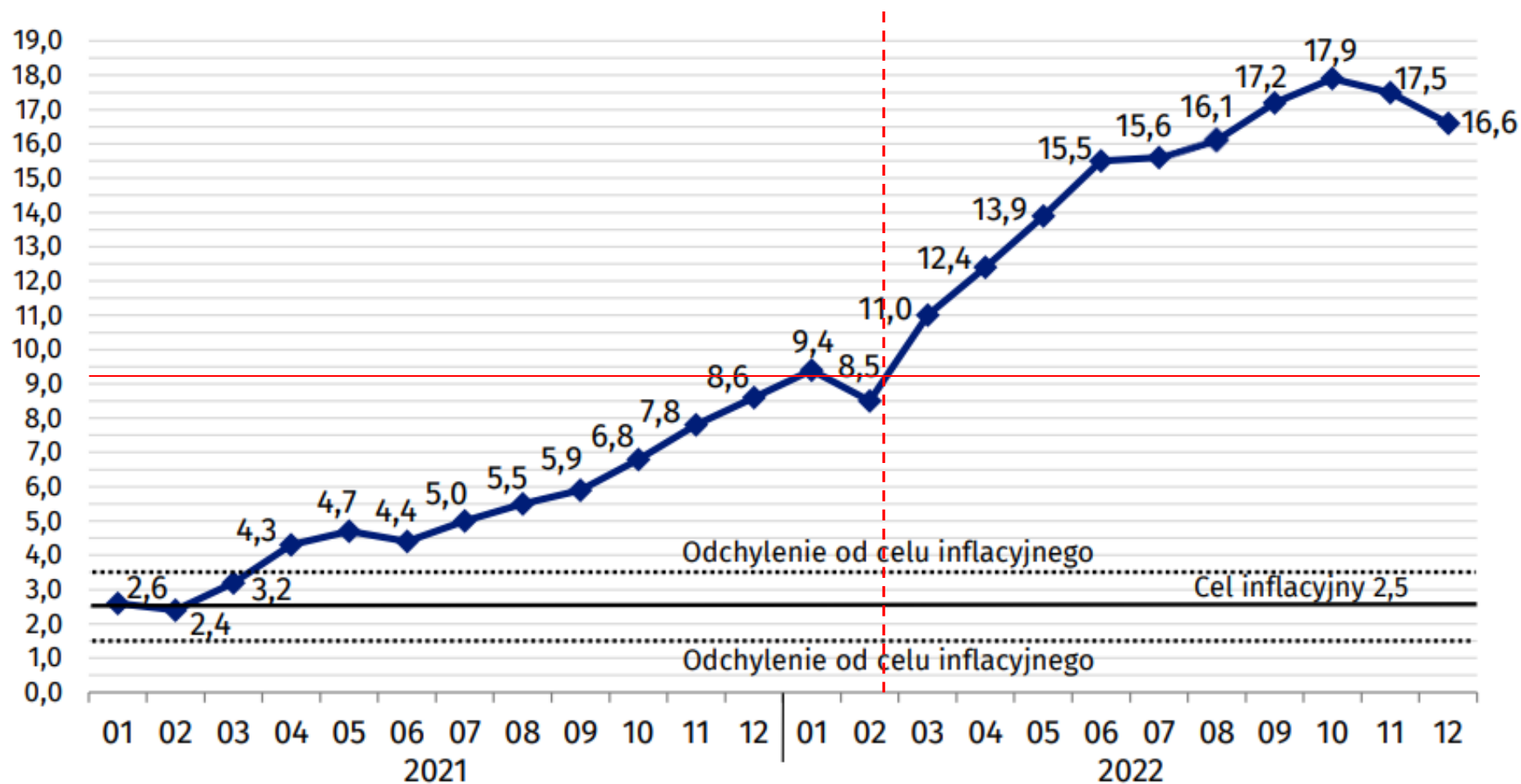
Zbiorcze wyniki finansowe 4 koncernów energetycznych (PGE, Enea, Tauron, Energa)

Wyszczególnienie	I kw. 2022	I kw. 2023	Różnica	% zmiana (r/r)
Przychody netto ze sprzedaży	38696	59496	20799	53,7%
Zysk (strata) z działal. oper.	4251	6665	2414	56,8%
Zysk (strata) brutto	4024	6042	2018	50,2%
Zysk (strata) netto	3019	4517	1498	49,6%
EBITDA	6510	8978	2468	37,9%

Źródło: bankier.pl, 2023.



Stopa inflacji w Polsce, 2021 - 2022



Źródło: GUS, 2023.

Ceny energii elektrycznej (w USD/1 kWh), 2022

Kraj	Udział węgla w produkcji energii elektrycznej (w %)	Cena energii elektrycznej dla gospodarstw domowych (USD/kWh), XII 2022	Cena energii elektrycznej dla przedsiębiorstw (USD/kWh), XII 2022	Stopa inflacji (w %), 2023*	Stopa wzrostu PKB (w %), 2023*
Polska	71%	0,201	0,416	11,5	-0,3
RPA	84%	0,148	0,071	6,4	0,2
Indie	74%	0,079	0,118	4,8	6,1
Kazachstan	67%	0,047	0,063	14,6	4,9
Indonezja	62%	0,096	0,074	3,5	5,0
Chiny	61%	0,075	0,088	0,0	6,3
Australia	48%	0,238	0,302	7,0	2,3
Malezja	42%	0,047	0,095	2,8	5,6
Wietnam	39%	0,079	0,075	2,0	4,1
Korea Płd.	34%	0,109	0,099	2,7	0,9
Niemcy	31%	0,614	0,910	6,4	-0,5
Japonia	30%	0,241	0,232	3,2	1,3
USA	20%	0,174	0,146	3,0	1,8

Źródło: www.globalpetrolprices.com/ (dostęp: 17.07.2023) i Trading Economics (2023), <https://tradingeconomics.com/matrix> (dostęp: 17.07.2023).

ETS2

Celem ETS 2 jest **zmniejszenie emisji CO₂ o 42,0% do 2030 r.** w porównaniu z poziomami z 2005 r.

ETS 2 jest nowym systemem handlu pozwoleniami na emisje, który obejmie emisje CO₂ ze spalania paliw w sektorze budownictwa, w transporcie drogowym oraz w małym przemyśle, które obecnie nie są objętym systemem ETS.

ETS 2 zacznie w pełni funkcjonować **w 2027 r.** Uprawnienia ETS 2 będą sprzedawane na aukcjach. Państwa członkowskie powinny wykorzystać wpływy z ETS 2 na inwestycje środowiskowe i środki społeczne. W nowym systemie dostawcy paliw będą zobowiązani do monitorowania i raportowania swoich emisji.

Według raportu WEI wprowadzenie systemu ETS 2 będzie kosztowało gospodarstwa domowe ok. **21,0 mld PLN rocznie.** Ponieważ budynki mieszkalne i transport prywatny zostaną objęte systemem od 2029 r., to do 2032 r. koszty systemu zsumują się do **63,0 mld PLN.**

Koszty transformacji energetycznej

Transformacja energetyczna będzie wymagała zaangażowania wielu podmiotów i poniesienia znacznych nakładów inwestycyjnych¹, których skala w latach 2021–2040 może sięgnąć ok. **1 600 mld PLN**.

Inwestycje w sektorach paliwowo-energetycznych angażować będą środki finansowe w kwocie ok. **867-890 mld PLN**.

Prognozowane nakłady w sektorze wytwórczym energii elektrycznej sięgać będą ok. **320-342 mld PLN**, z czego ok. 80% zostanie przeznaczonych na moce bezemisyjne tj. OZE i energetykę jądrową.

Na krajową transformację energetyczno-klimatyczną do 2030 r. skierowanych zostanie ok. **260 mld PLN**, ze środków unijnych i krajowych w ramach różnych mechanizmów.

Dodatkowe koszty do 2030 r, mld €

	Scenariusz Fit for 40	Scenariusz Fit for 55	Różnica
Energetyka			
a) wytwarzanie prądu	koszty ETS 33,2	85,3	52,1
b) wytwarzanie ciepła	koszty ETS 10,0	24,0	14,0
łącznie	niezbędne inwestycje 186,0	226,0	40,0
Przemysły energochłonne	koszty ETS 9,1	25,6	16,5
Sektor transportu drogowego	Koszty ETS -	5,6	5,6
Gospodarstwa domowe			
a) transport indywidualny	koszty ETS -	10,4	10,4
b) emisje z budynków	koszty ETS -	8,4	8,4
c) wzrost efektywności energetycznej	niezbędne inwestycje 99,6	142,2	42,6
Budynki niemieszkalne		1,6	1,6
Łącznie	338,0	527,5	189,0

Źródło: Pekao SA (20121), Wpływ pakietu Fit for 55 na polską gospodarkę.

Dodatkowe przychody do 2030 r, mld €

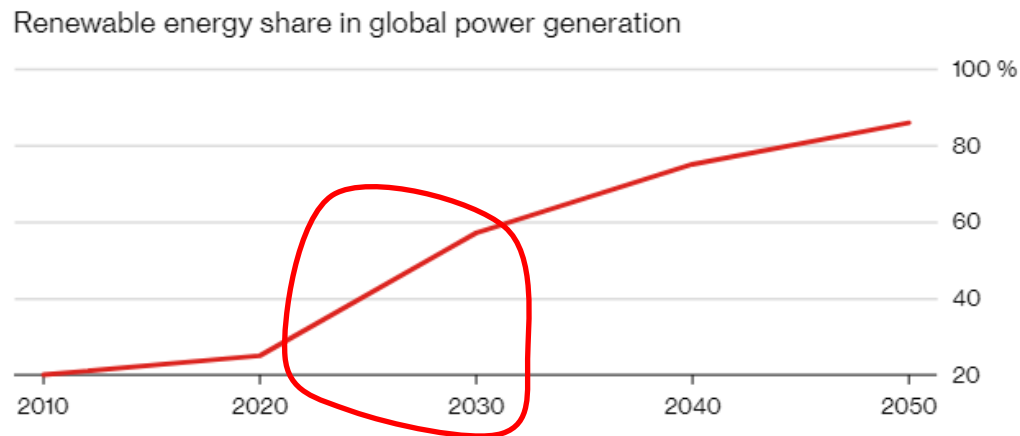
		Scenariusz Fit for 40	Scenariusz Fit for 55	Różnica
Budżet państwa	Wartość uprawnień do emisji ETS Energetyka i Przemysł	37,6	104,0	66,4
	Wartość uprawnień do emisji ETS Transport i Budynki	-	20,1	20,1
	Wsparcie z Funduszu Odbudowy Unii Europejskiej	-	29,4 (granty) + 34 (pożyczki)	29.4 34.0
	Wsparcie z Funduszy UE z budżetu na lata 2021-2027	66,0	66,0	-
Łącznie		103.6	219.5	115.9
			+34.0	+34.0

Źródło: Pekao SA (20121), Wpływ pakietu Fit for 55 na polską gospodarkę.

O jakie pieniądze toczy się walka?

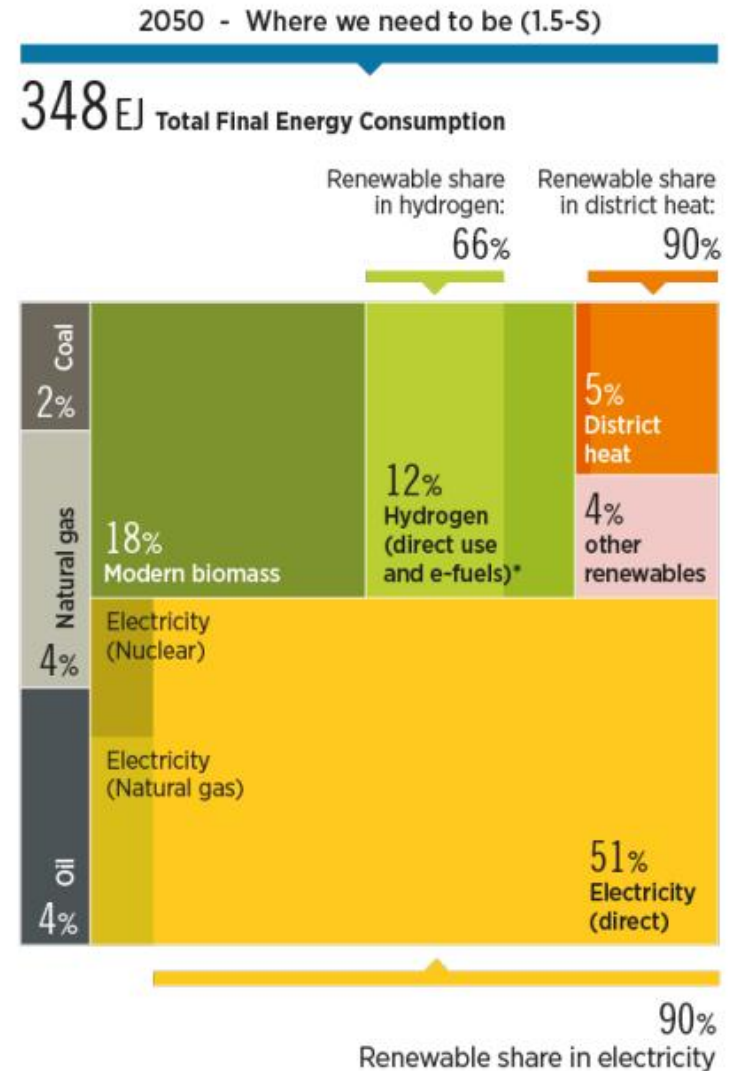
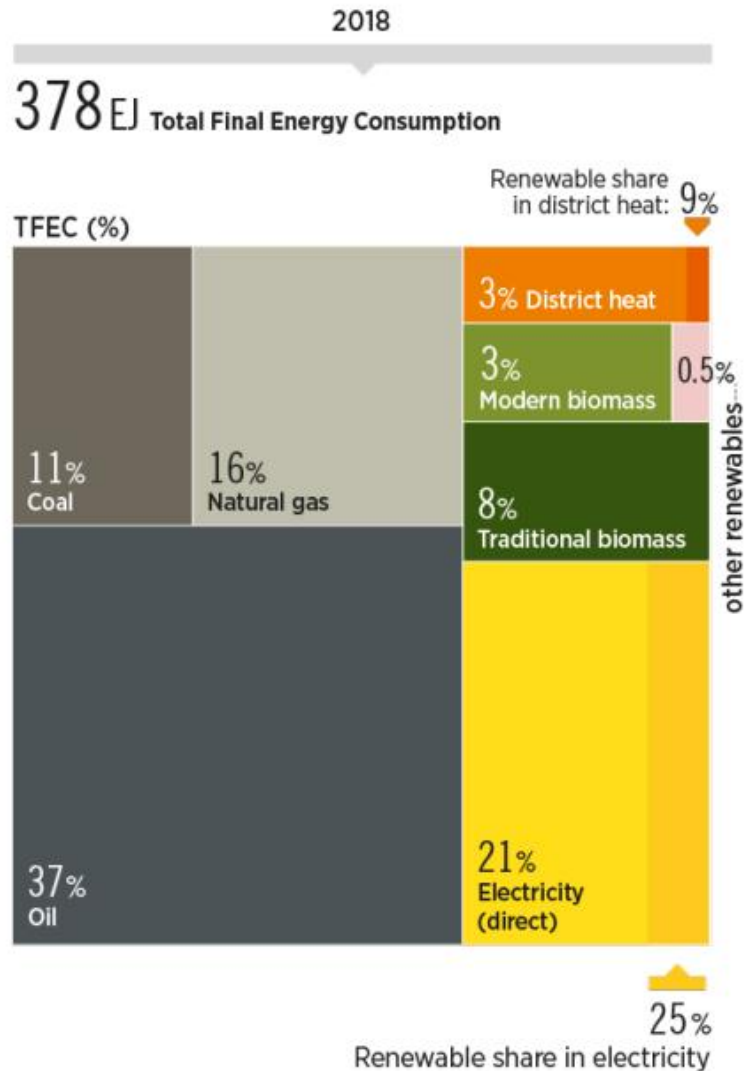
IRENA zrewidowała swoje szacunki dotyczące globalnych inwestycji potrzebnych do 2050 r. w czystą energię, aby osiągnąć cele wynikające z porozumienia paryskiego w sprawie zmian klimatu. Grupa z Abu Zabi twierdzi, że potrzebne jest **115 bilionów dolarów**, w porównaniu z 125 bilionami dolarów rok temu, co odzwierciedla niższe koszty budowy farm wiatrowych i słonecznych.

Źródło: Bloomberg (2019).

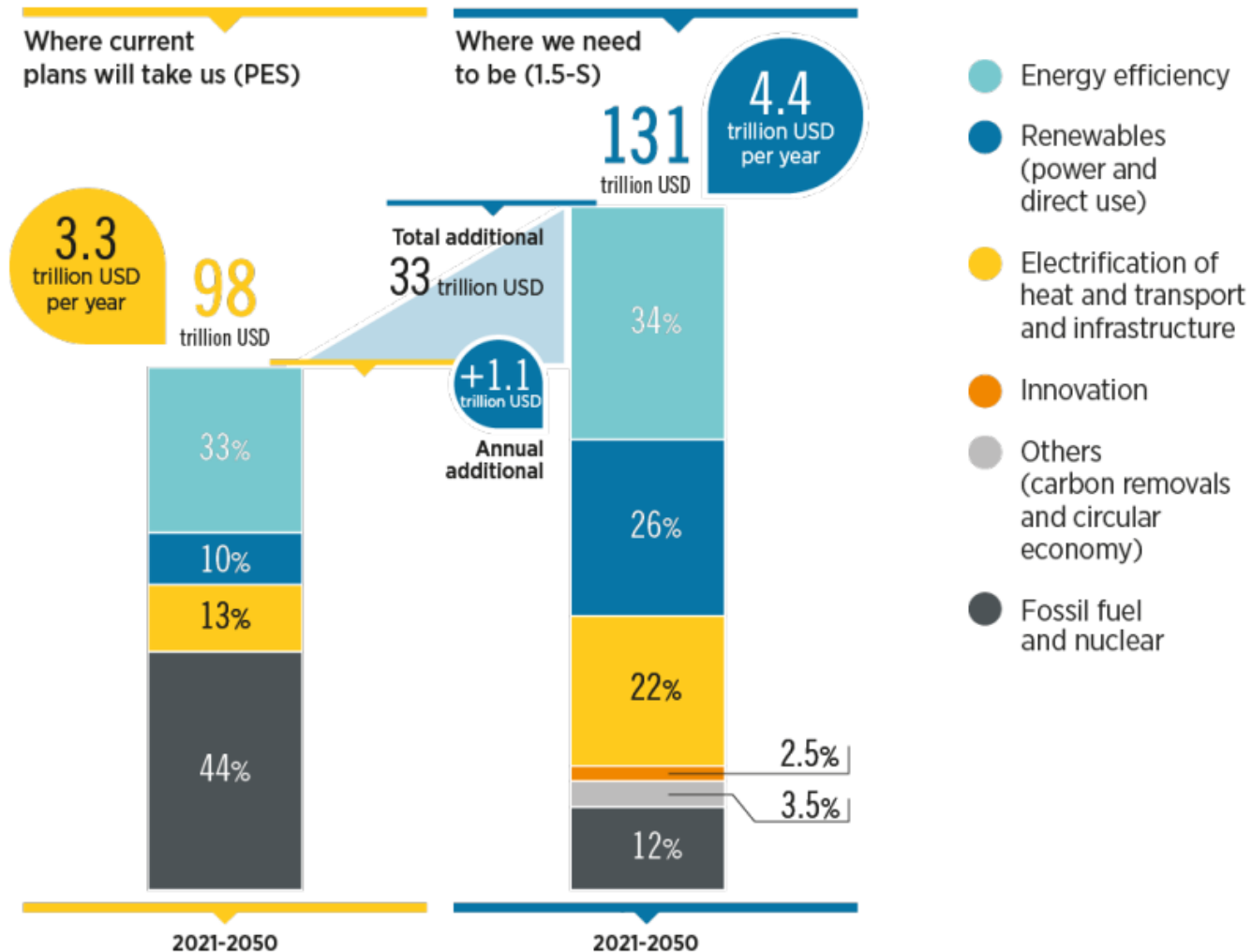


IRENA annual report Apr. 2019

Energia elektryczna głównym nośnikiem energii w przyszłych systemach energetycznych



Nowe priorytety inwestycyjne: OZE, efektywność energetyczna i elektryfikacja



Rezerwy złóż ropy naftowej

Kraj	Rezerwy (w mld baryłek)	Rezerwy (w mln ton)	Udział (w %)	R/P
Venezuela	303,8	48,0	17,5%	1538
Saudi Arabia	297,5	40,9	17,2%	74
Canada	168,1	27,1	9,7%	89
Iran	157,8	21,7	9,1%	140
Iraq	145,0	19,6	8,4%	96
Russian Federation	107,8	14,8	6,2%	28
Kuwait	101,5	14,0	5,9%	103
United Arab Emirates	97,8	13,0	5,6%	73
US	68,8	8,2	4,0%	11
Libya	48,4	6,3	2,8%	339
Nigeria	36,9	5,0	2,1%	56
Kazakhstan	30,0	3,9	1,7%	45
China	26,0	3,5	1,5%	18
Qatar	25,2	2,6	1,5%	38
Brazil	11,9	1,7	0,7%	11
Algeria	12,2	1,5	0,7%	25
Angola	7,8	1,1	0,4%	16
Norway	7,9	1,0	0,5%	11
World	1732,4	244,4	100,0%	54

Produkcja ropy naftowej (w mln ton)

Kraj	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
US	524	567	543	574	670	751	714	718	766	830	858
Russian Fed.	537	545	559	559	568	573	524	539	549	542	526
Saudi Arabia	544	568	587	559	577	557	520	515	573	529	510
Canada	210	216	219	237	258	263	252	267	274	278	290
Iran	174	180	216	235	223	162	147	169	178	211	235
Iraq	159	196	218	222	227	234	202	201	221	213	216
China	211	215	200	192	189	192	195	199	205	209	213
Brazil	123	132	137	143	141	151	159	157	163	184	182
UAE	163	175	182	175	176	180	167	166	186	180	180
Kuwait	150	148	153	145	147	143	131	130	146	140	131
Mexico	137	128	121	110	102	95	95	96	98	103	96
Kazakhstan	81	80	78	86	90	91	86	86	84	90	88
Norway	85	88	91	89	84	79	93	94	89	95	86
Nigeria	109	106	91	94	96	101	91	81	69	74	79
Qatar	80	77	78	75	75	72	72	70	72	74	76
Algeria	69	67	68	67	65	64	58	58	62	63	59
Total World	4221	4362	4380	4386	4491	4485	4188	4237	4427	4514	4543

Korporacje naftowe o najwyższych dochodach

Rank	Name	Earnings	Price	Today	Price (30 days)	Country
1	 Saudi Aramco 2222.SR	\$228.37 B ⓘ	\$7.21	▼ 0.55%		 S. Arabia
2	 Exxon Mobil XOM	\$50.35 B ⓘ	\$122.16	▲ 0.53%		 USA
3	 PetroChina 601857.SS	\$37.22 B ⓘ	\$1.27	▲ 7.64%		 China
4	 TotalEnergies TTE	\$36.60 B ⓘ	\$67.89	▲ 0.91%		 France
5	 Equinor EQNR	\$32.33 B ⓘ	\$26.74	▲ 0.55%		 Norway
6	 Shell SHEL	\$31.37 B ⓘ	\$68.32	▲ 0.74%		 UK
7	 Chevron CVX	\$27.65 B ⓘ	\$151.54	▲ 0.39%		 USA
8	 CNOOC 0883.HK	\$26.80 B ⓘ	\$2.68	▲ 2.45%		 China
9	 Petrobras PBR	\$19.22 B ⓘ	\$15.10	▲ 1.00%		 Brazil
10	 BP BP	\$18.64 B ⓘ	\$32.44	▲ 0.23%		 UK

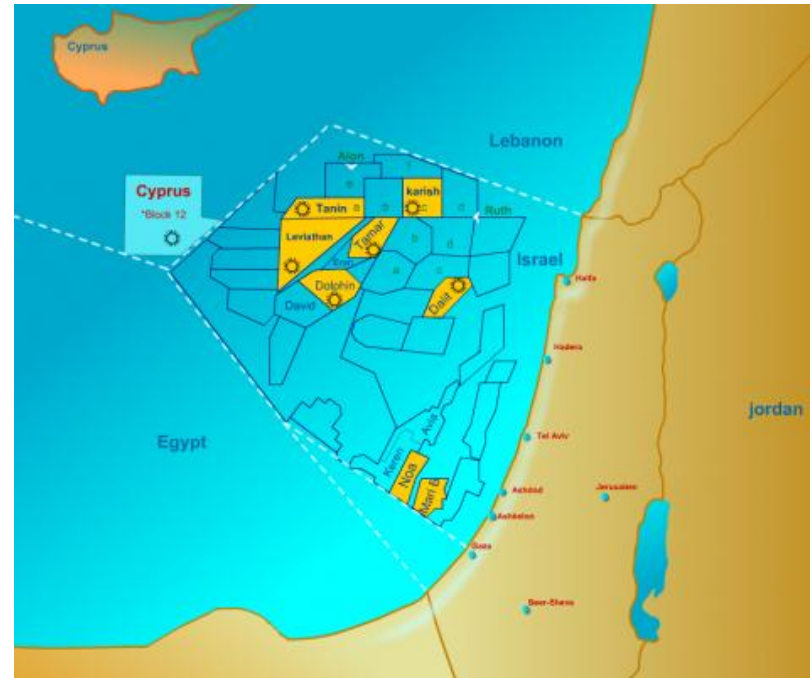
Źródło: <https://companiesmarketcap.com/most-profitable-companies/> [2024].

Rezerwy złóż gazu ziemnego

Kraj	Rezerwy (w bln m sześć.)	Udział (w %)	R/P
Russian Federation	37,4	19,9%	59
Iran	32,1	17,1%	128
Qatar	24,7	13,1%	144
Turkmenistan	13,6	7,2%	231
US	12,6	6,7%	14
China	8,4	4,5%	43
Venezuela	6,3	3,3%	334
Saudi Arabia	6,0	3,2%	54
United Arab Emirates	5,9	3,2%	107
Nigeria	5,5	2,9%	111
Iraq	3,5	1,9%	336
Azerbaijan	2,5	1,3%	97
Australia	2,4	1,3%	17
Canada	2,4	1,3%	14
Algeria	2,3	1,2%	28
Kazakhstan	2,3	1,2%	71
Egypt	2,1	1,1%	37
Kuwait	1,7	0,9%	113
Libya	1,4	0,8%	107
Norway	1,4	0,8%	13
India	1,3	0,7%	56
Poland	0,1	♦	18
World	188,1	100,0%	49

Źródło: BP Statistical Review of World Energy, June 2023.

Izrael - Tamar gas field



Szacowana wielkość złoża: 310 mld metrów sześciennych gazu
koszt odwiertu Tamar 1: 92 mln USD (gł. 4900 m)

Odkrycie 2009

Początek eksploatacji 2013

Produkcja gazu ziemnego (w mld m sześć. rocznie)

Kraj	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
US	705	740	727	747	841	928	925	944	991	1033	1033
Russian Federation	591	584	589	636	669	679	638	702	618	586	630
Iran	175	184	199	214	220	228	236	243	248	260	263
China	131	136	138	149	161	177	194	209	222	234	248
Canada	159	161	165	171	177	170	166	172	185	190	194
Qatar	169	176	175	171	175	177	175	177	178	181	179
Australia	65	74	94	110	127	146	146	148	154	151	150
Saudi Arabia	97	99	105	109	112	111	113	114	117	117	121
Norway	106	115	115	122	120	113	110	113	123	116	113
Algeria	80	81	91	93	94	87	81	101	98	102	95
Malaysia	72	77	77	80	76	77	73	79	83	78	80
Turkmenistan	64	66	63	59	62	63	66	79	78	76	73
Indonesia	87	87	85	83	83	76	66	67	65	68	71
United Arab Emirates	53	59	60	53	46	54	54	53	54	55	61
Egypt	47	43	40	49	59	65	58	68	64	57	48
Nigeria	40	48	43	47	48	49	49	52	47	44	47
Poland	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Total World	3445	3515	3554	3684	3856	3973	3867	4047	4050	4064	4124

Produkcja energii elektrycznej w elektrowniach gazowych (w TWh)

Rok	Świat	Chiny	Indie	Indonezja	USA	Japonia	Niemcy	Polska
2001	2937	5	56	33	687	252	56	1
2002	3141	4	63	33	743	249	56	2
2003	3295	5	73	34	699	269	63	2
2004	3551	7	77	37	764	254	63	3
2005	3751	12	75	41	818	250	73	5
2006	3965	24	75	40	878	277	75	5
2007	4288	34	90	42	964	293	78	4
2008	4430	35	86	47	949	322	89	5
2009	4452	57	104	50	990	322	81	5
2010	4873	78	118	55	1062	322	89	5
2011	4929	109	118	57	1090	375	86	6
2012	5222	110	96	54	1318	431	76	6
2013	5100	116	66	58	1210	420	68	5
2014	5254	133	64	61	1211	448	61	5
2015	5603	167	65	54	1434	414	61	6
2016	5839	188	73	62	1482	395	81	8
2017	5942	203	75	56	1394	400	86	10
2018	6134	216	71	57	1580	388	82	13
2019	6324	233	67	62	1705	364	90	15
2020	6268	247	71	51	1738	354	92	17
2021	6518	273	64	56	1694	326	89	15
2022	6631	291	47	56	1817	320	80	12

Źródło: BP Statistical Review of World Energy, June 2023.

LNG export (mld m3)

Billion cubic metres	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	%
US	0,7	4,0	17,1	28,6	47,4	61,3	94,7	104,3	114,4	20,8%
Qatar	105,6	107,3	103,6	104,9	105,8	106,5	106,9	114,1	108,4	19,7%
Australia	39,9	60,4	76,6	91,8	104,7	106,0	108,5	112,3	107,4	19,6%
Russia	14,6	14,6	15,4	24,9	39,1	41,8	39,5	40,2	42,7	7,8%
Malaysia	34,3	33,6	36,1	33,0	35,2	32,5	33,5	37,4	36,3	6,6%
Algeria	16,6	15,5	16,4	13,1	16,8	14,6	15,6	14,4	19,0	3,5%
Nigeria	26,9	24,6	28,3	27,8	28,8	28,4	23,4	19,6	17,5	3,2%
Indonesia	21,6	22,4	21,7	20,8	16,5	16,8	14,6	15,5	16,1	2,9%
Oman	10,2	11,0	11,4	13,6	14,1	13,2	14,1	15,0	15,3	2,8%
Papua New Guinea	10,1	10,9	11,1	9,5	11,6	11,5	11,5	11,4	11,5	2,1%
Trinidad & Tobago	16,4	14,3	13,5	16,6	17,1	14,3	9,1	10,9	10,5	1,9%
UAE	7,6	7,7	7,3	7,4	7,7	7,6	8,8	7,6	7,7	1,4%
Brunei	8,7	8,6	9,1	8,5	8,8	8,4	7,5	6,4	6,2	1,1%
Norway	5,6	6,1	5,4	6,8	6,9	4,3	0,2	3,7	5,5	1,0%
Peru	5,0	5,5	5,5	4,8	5,3	5,0	3,5	4,2	5,3	1,0%
Egypt	-	0,8	1,2	2,0	4,7	1,8	9,0	8,9	4,9	0,9%
Angola	-	0,9	5,0	5,2	5,8	6,1	4,7	4,1	4,9	0,9%
World	337,1	358,3	393,3	430,4	484,2	490,0	515,7	542,4	549,2	100,0%

LNG import (mld m3)

Country	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	%
Japan	115,9	113,6	113,9	113,0	105,5	101,7	101,3	98,3	90,3	16,5%
China	27,0	36,8	52,9	73,5	84,7	94,0	109,9	93,2	97,8	17,8%
South Korea	45,8	46,3	51,4	60,2	55,6	55,4	64,1	63,9	60,6	11,0%
France	6,4	9,1	10,9	12,7	23,2	19,1	17,6	35,1	30,7	5,6%
Spain	13,7	13,8	16,6	15,0	22,0	20,9	20,4	28,8	24,9	4,5%
India	20,0	24,3	26,0	30,5	32,4	36,6	33,5	28,4	31,0	5,7%
Taiwan	19,6	20,4	22,7	22,9	22,8	24,3	26,7	27,4	27,4	5,0%
United Kingdom	13,7	10,7	6,6	7,2	17,1	18,6	14,9	25,3	19,4	3,5%
Turkey	7,5	7,6	10,9	11,4	12,9	14,8	13,9	15,1	14,8	2,7%
Italy	5,9	5,9	8,3	8,2	13,5	12,5	9,5	14,3	16,3	3,0%
Belgium	3,6	2,4	1,3	3,3	7,3	6,4	5,5	12,4	11,8	2,1%
Thailand	3,6	3,9	5,2	6	6,7	7,5	9,2	11,4	16,1	2,9%
Pakistan	1,5	4,0	6,1	9,4	11,8	10,6	12,2	9,7	10,1	1,8%
Kuwait	4,3	4,7	4,8	4,3	5,1	5,7	7,7	8,4	8,9	1,6%
Singapore	3,0	3,2	4,1	4,5	5,0	5,7	5,0	5,2	6,8	1,2%
Other EU	5,2	6,9	10,2	13,4	23,5	23,8	25,5	39,4	51,0	9,3%
Total World	337,1	358,3	393,3	430,4	484,2	490	515,7	542,4	548,7	100,0%

Import gazu ziemnego

Polska strategia w obszarze zwiększania możliwości importowych składa się przede wszystkim z trzech elementów:

- **rozbudowy terminalu LNG** – w związku z rozwojem globalnego rynku LNG realizowana jest rozbudowa terminalu do przepustowości (odbioru i regazyfikacji) 8,3mld m³ rocznie (aktualne zdolności regazyfikacyjne wynoszą 5 mld m³/rok), a także rozszerzenie świadczonych usług dodatkowych o bunkrowanie LNG, przeładunek LNG

rozbudowa możliwości
importowych
gazu ziemnego

*II filar. Zeroemisyjny system
energetyczny*

budowa Baltic Pipe – gazociągu, który ma na celu utworzenie połączenia między polską siecią przesyłową i złożami na Norweskim Szelfie Kontynentalnym⁵⁵. Na realizację tej inwestycji będzie składała się budowa połączeń Norwegia-Dania, Dania-Polska (podmorskie połączenie) oraz rozbudowa polskiego i duńskiego systemu przesyłowego. Inwestycja zostanie zrealizowana do października 2022 r., umożliwiając import 10 mld m³ gazu ziemnego oraz eksport 3 mld m³.



**3A. PROJEKT
STRATEGICZNY PEP**

Rezerwy złóż węgla

Kraj	Rezerwy (w mln ton)	Udział (w %)	R/P
US	248941	23,2%	513
Russian Federation	162166	15,1%	407
Australia	150227	14,0%	315
China	143197	13,3%	37
India	111052	10,3%	147
Germany	35900	3,3%	334
Indonesia	34869	3,2%	62
Ukraine	34375	3,2%	1429
Poland	28395	2,6%	282
Kazakhstan	25605	2,4%	226
Turkey	11525	1,1%	168
South Africa	9893	0,9%	40
New Zealand	7575	0,7%	2687
Serbia	7514	0,7%	189
Brazil	6596	0,6%	1396
Canada	6582	0,6%	166
Colombia	4554	0,4%	90
World	1074108	100,0%	139

Produkcja węgla (w mln ton rocznie)

Kraj	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
China	3874	3747	3411	3524	3698	3846	3902	4126	4559	4723	4780
India	646	674	690	712	760	754	760	812	911	1011	1085
Indonesia	458	462	456	461	558	616	564	614	687	775	836
US	907	814	661	703	686	641	486	524	539	524	465
Australia	505	504	502	487	502	505	468	479	458	460	463
Russian Fed.	357	372	387	411	441	441	399	433	437	431	427
South Africa	261	252	250	252	250	254	248	234	230	234	235
Kazakhstan	114	107	103	112	118	115	113	116	118	116	113
Mongolia	24	24	35	49	55	57	43	32	39	83	107
Germany	186	184	175	175	169	131	107	126	131	102	92
Turkey	65	58	73	74	84	87	75	86	95	74	87
Poland	137	136	131	127	122	112	101	108	108	89	85
Colombia	89	87	92	92	88	89	57	64	67	68	53
Vietnam	41	42	39	38	42	46	45	48	50	47	44
Canada	68	62	62	61	55	53	46	48	48	49	43
Serbia	30	38	39	40	38	39	40	36	35	32	31
Czech Republic	47	47	46	45	44	41	32	32	35	30	25
Total World	8182	7952	7482	7705	8049	8138	7751	8188	8846	9135	9242

Produkcja energii elektrycznej w elektrowniach węglowych (w TWh)

Rok	Świat	Chiny	Indie	Indonezja	USA	Japonia	Niemcy	Polska
2001	6067	1129	408	38	2057	249	293	137
2002	6317	1283	427	43	2091	260	293	135
2003	6763	1520	441	46	2139	288	305	143
2004	6986	1722	463	48	2144	291	299	143
2005	7358	1980	478	52	2179	315	288	143
2006	7760	2302	505	59	2156	307	289	149
2007	8251	2657	533	64	2183	313	297	146
2008	8266	2709	573	61	2148	331	275	141
2009	8115	2912	611	66	1900	310	253	135
2010	8634	3234	643	68	1998	313	263	138
2011	9076	3691	701	81	1876	282	262	142
2012	9108	3748	787	102	1641	331	277	136
2013	9577	4077	848	111	1714	359	288	140
2014	9752	4203	950	120	1714	353	274	132
2015	9402	4046	1007	125	1468	347	272	133
2016	9422	4156	1074	135	1346	323	262	133
2017	9716	4430	1115	148	1310	320	242	134
2018	10097	4763	1199	160	1250	314	228	133
2019	9826	4850	1185	174	1051	307	171	121
2020	9421	4918	1125	181	844	299	135	111
2021	10244	5339	1271	190	979	302	163	132
2022	10317	5398	1380	205	904	309	181	127
2023	10513	5754	1471	217	738	304	128	100

Źródło: Energy Institute, Statistical Review of World Energy, 2024.

Produkcja energii elektrycznej w elektrowniach jądrowych (w TWh)

Rok	Świat	Chiny	Indie	Rosja	USA	Japonia	Niemcy	Francja
2001	2654	17	19	137	809	321	171	421
2002	2696	25	19	142	821	314	165	437
2003	2642	43	18	150	804	230	165	441
2004	2762	50	21	145	830	286	167	448
2005	2769	53	18	149	823	293	163	452
2006	2803	55	18	156	829	304	167	450
2007	2746	62	18	160	849	279	141	440
2008	2738	68	15	163	849	252	149	439
2009	2699	70	17	164	841	275	135	410
2010	2769	75	23	170	849	292	141	429
2011	2653	87	32	173	832	163	108	442
2012	2471	98	33	178	810	18	99	425
2013	2491	112	33	173	831	15	97	424
2014	2541	133	35	181	839	-	97	436
2015	2576	171	38	195	839	5	92	437
2016	2614	213	38	197	848	18	85	403
2017	2637	248	37	203	847	29	76	398
2018	2697	295	39	205	850	49	76	413
2019	2797	349	45	209	852	66	75	399
2020	2700	366	45	216	831	43	64	354
2021	2800	408	44	222	819	61	69	379
2022	2679	418	46	224	812	52	35	282
2023	2738	435	48	217	816	77	7	338
2024	2817	451	55	216	823	85	0	380

Źródło: Energy Institute, Statistical Review of World Energy, 2025.

Fukushima 11.03.2011

Kopalnie uranu - Niger



Fukushima



W 2016 r. japońskie Ministerstwo Gospodarki, Handlu i Przemysłu oszacowało łączny koszt radzenia sobie z katastrofą w Fukushima na 21,5 bln jenów (**187 mld USD**), prawie dwa razy więcej niż poprzednio szacowano na 11 bilionów jenów (96 mld USD).

Koszt likwidacji starych elektrowni jądrowych w Wielkiej Brytanii



Z szacunków NDA wynika, że likwidacja cywilnych obiektów jądrowych będzie kosztować obecne i przyszłe pokolenia podatników w Wielkiej Brytanii **132 miliardy funtów**, a prace nie zostaną ukończone przez kolejne **120 lat**.

Koszty budowy elektrowni jądrowych

Name	Size (MW)	Total Cost	Cost per kW
<i>Lazard High Estimate</i>			\$ 12,800
USA (Vogtle)	2,234	\$ 30,000,000,000	\$ 13,429
France (Flamanville High)	1,630	\$ 21,010,000,000	\$ 12,890
England (Hinkley-C Latest)	3,260	\$ 38,400,000,000	\$ 11,779
<i>Lazard Low Estimate</i>			\$ 7,800
UAE (Barakah)	5,380	\$ 32,000,000,000	\$ 5,948
China (Taishin)	3,320	\$ 11,000,000,000	\$ 3,313



Vogtle Electric Generating Plant
Waynesboro, Georgia (USA)

Energetyka jądrowa w Polsce

Z uwagi na pożądany efekt środowiskowy, brak obciążenia kosztami polityki klimatyczno-środowiskowej oraz stabilność wytwarzania energii elektrycznej do bilansu elektroenergetycznego włączona zostanie sprawdzona technologia **energetyki jądrowej**. Pierwszy blok elektrowni jądrowej w Polsce (o mocy ok. 1–1,6 GW) uruchomiony zostanie ok. 2033 r. Kolejne 5 bloków o łącznej mocy 5–8 GW będzie uruchamiane co 2–3 lata.

**rola energetyki jądrowej
w bilansie mocy**

*II filar. Zeroemisyjny
system energetyczny*

W Polsce nie funkcjonuje żadna elektrownia jądrowa, dlatego ze względu na skalę tego przedsięwzięcia opracowany został *Program polskiej energetyki jądrowej*, a w PEP2040 znajduje się oddzielny cel szczegółowy – 5. Wdrożenie energetyki jądrowej.

Źródło: Ministerstwo Klimatu i Środowiska, Polityka energetyczna Polski do 2040 r.

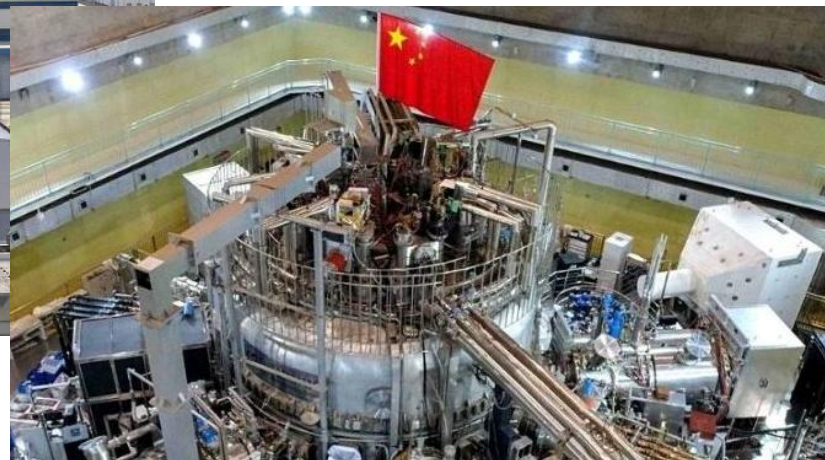


Lubiatowo-Kopalino

Elektrownie jądrowe torowe

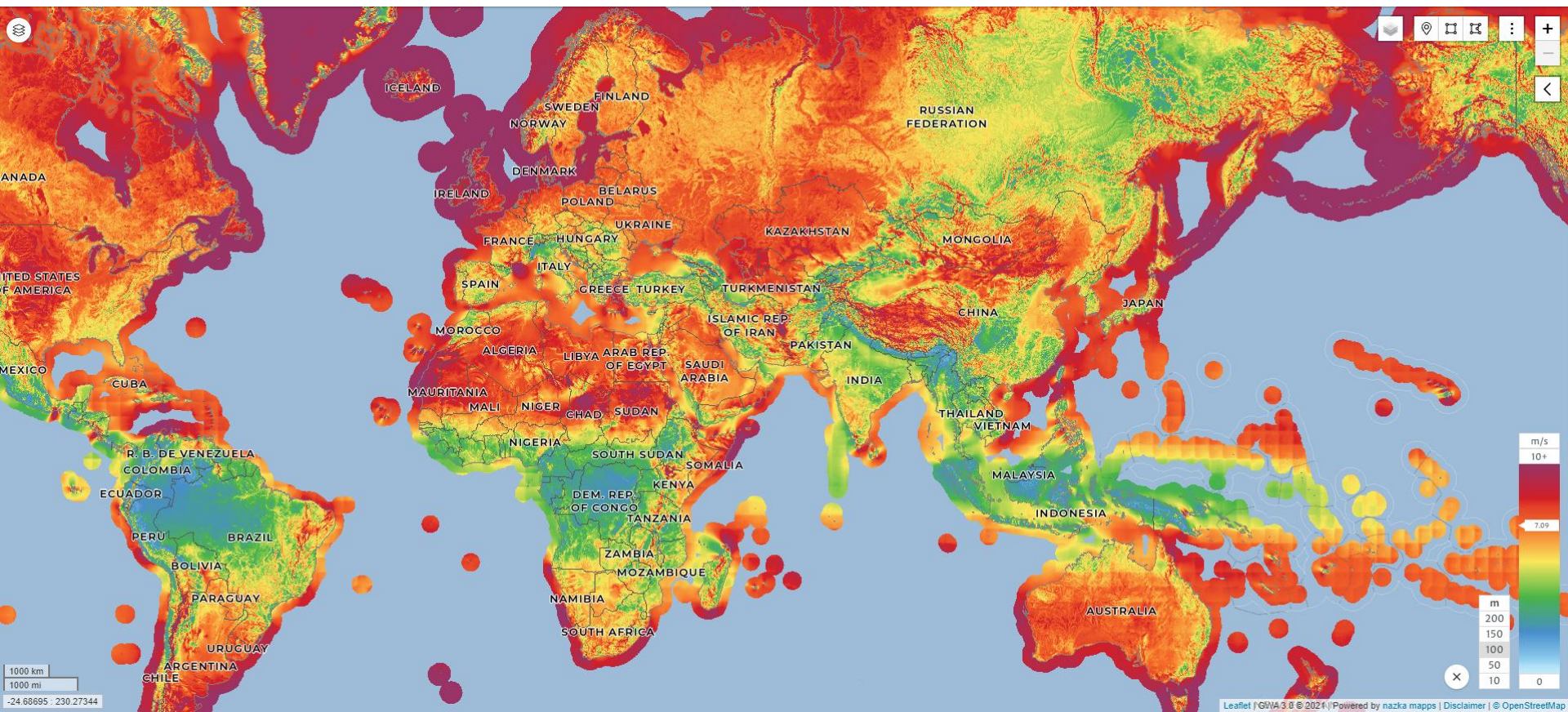


2-megawatt liquid-fuelled thorium molten salt reactor (MSR), located in the Gobi Desert city of Wuwei in Gansu



Użycie toru-232 do produkcji energii elektrycznej jest bardzo obiecującym rozwiązaniem, niosącym wiele korzyści, tym bardziej, że występuje on częściej niż obecnie stosowany uran, który jeszcze należy wzbogacić, przez co jego użycie staje się mniej opłacalne. Tor przede wszystkim zapewnia lepsze zużycie materiału (w niektórych typach reaktorów nawet całkowite) w przeciwieństwie do obecnie funkcjonującej technologii bazującej na paliwie uranowym lub plutonowo-uranowym, gdzie 98% paliwa pozostaje niewykorzystywana przy otwartym cyklu paliwowym, generując tym samym kłopotliwe do zagospodarowania odpady radioaktywne [Źródło: Rynek Energii Nr 4(137)]

Mapa pokazująca siłę wiatru



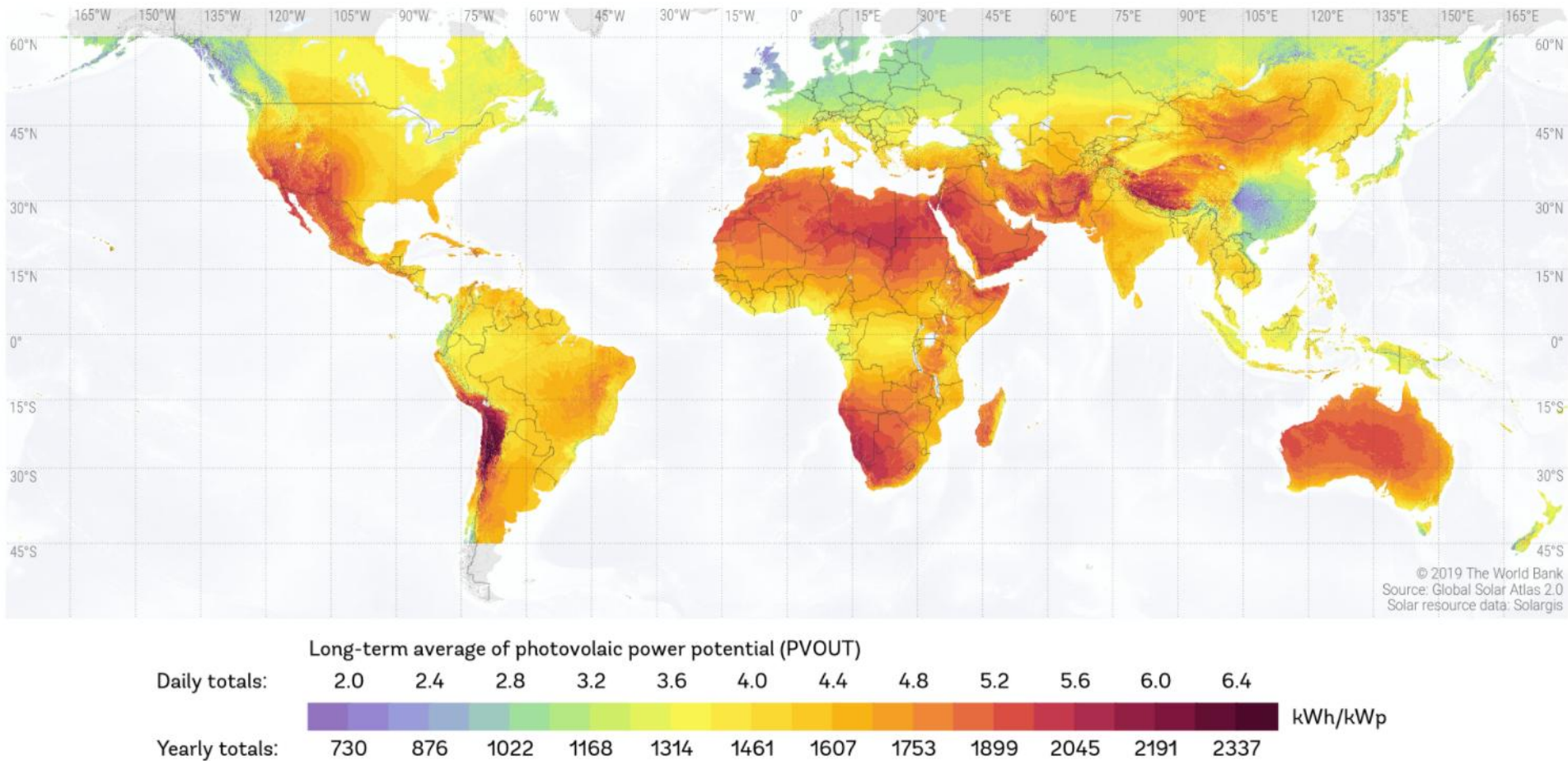
Źródło: <https://globalwindatlas.info/>.

Produkcja energii elektrycznej w zainstalowanych turbinach wiatrowych (w TWh)

Rok	Świat	Chiny	Indie	Brazylia	USA	UK	Niemcy	Polska
2001	38	1	2	^	7	1	11	^
2002	52	1	2	0	10	1	16	0
2003	63	1	3	0	11	1	19	0
2004	86	1	5	0	14	2	26	0
2005	105	2	6	0	18	3	28	0
2006	134	4	9	0	27	4	31	0
2007	172	5	12	1	35	5	41	1
2008	221	13	14	1	56	7	41	1
2009	277	28	16	1	75	9	39	1
2010	346	49	19	2	96	10	39	2
2011	441	74	24	3	121	16	50	3
2012	531	103	27	5	142	20	52	5
2013	636	138	30	7	170	28	53	6
2014	706	160	33	12	183	32	58	8
2015	832	186	33	22	193	40	81	11
2016	963	241	43	33	229	37	80	13
2017	1143	305	53	42	257	50	106	15
2018	1271	366	60	48	275	57	110	13
2019	1422	405	63	56	299	64	126	15
2020	1596	467	60	57	341	76	132	16
2021	1861	656	68	72	382	65	115	16
2022	2110	763	70	82	439	81	125	20
2023	2323	886	82	96	425	82	142	24
2024	2511	997	82	108	458	84	139	26

Źródło: Energy Institute, Statistical Review of World Energy, 2025.

Mapa potencjału pozyskiwania energii w urządzeniach fotowoltaicznych



Źródło: BP Statistical Review of World Energy, June 2021.

Produkcja energii elektrycznej w zainstalowanych panelach fotowoltaicznych (w TWh)

Rok	Świat	Chiny	Indie	Brazylia	USA	Japonia	Niemcy	Polska
2001	1	^	^	-	1	0	0	-
2002	2	^	^	-	1	1	0	-
2003	2	0	^	-	1	1	0	-
2004	3	0	^	-	1	1	1	-
2005	4	0	^	-	1	2	1	-
2006	6	0	^	-	1	2	2	-
2007	8	0	0	-	1	2	3	-
2008	13	0	0	-	2	3	5	-
2009	21	0	0	-	2	3	7	-
2010	34	1	0	-	3	4	12	-
2011	66	3	1	-	5	5	20	^
2012	102	4	2	^	9	7	27	^
2013	139	8	3	^	16	13	31	^
2014	197	24	5	^	29	24	35	^
2015	257	39	7	0	39	35	38	0
2016	328	67	12	0	55	43	38	0
2017	446	118	22	1	78	54	39	0
2018	576	177	37	3	94	61	44	0
2019	707	224	48	7	108	67	45	1
2020	857	261	60	11	132	76	49	2
2021	1053	327	70	17	166	84	49	4
2022	1323	427	97	30	207	91	60	8
2023	1651	584	116	51	241	96	64	11
2024	2112	839	137	71	306	97	74	15

Produkcja energii elektrycznej w hydroelektrowniach (w TWh)

Rok	Świat	Chiny	Brazylia	Canada	USA	Rosja	Indie	Norwegia	Wietnam	Polska
2001	2579	277	268	332	210	174	72	120	18	2
2002	2626	288	286	349	258	162	69	129	18	2
2003	2623	284	306	336	270	156	69	105	19	2
2004	2817	354	321	338	263	176	101	109	18	2
2005	2911	397	337	362	266	173	97	136	17	2
2006	3022	436	349	353	286	173	113	119	20	2
2007	3072	485	374	368	243	177	123	134	22	2
2008	3252	637	370	377	251	165	115	139	26	2
2009	3246	616	391	369	272	174	106	125	30	2
2010	3430	711	403	351	257	166	109	117	29	3
2011	3493	688	428	376	316	163	132	120	41	2
2012	3641	863	415	380	274	163	116	142	53	2
2013	3788	910	391	392	267	181	132	128	58	2
2014	3889	1060	373	383	256	173	139	135	62	2
2015	3879	1115	360	382	246	168	133	137	56	2
2016	4016	1153	381	385	264	185	129	143	64	2
2017	4068	1165	371	395	297	185	136	142	86	3
2018	4189	1199	389	386	290	191	140	139	83	2
2019	4243	1273	398	382	285	194	162	125	66	2
2020	4359	1322	396	387	283	212	164	141	73	2
2021	4294	1300	363	382	249	215	161	144	79	2
2022	4335	1298	427	398	251	198	175	128	96	2
2023	4261	1226	426	361	241	201	149	137	81	2
2024	4453	1354	413	343	239	211	157	140	89	2

Źródło: Energy Institute, Statistical Review of World Energy, 2025.