
I 3. EKONOMIA ZMIANY KLIMATYCZNEJ

O EKONOMII I GOSPODARCE INACZEJ, DR MATEUSZ BENEDYK



EKONOMIA ZMIANY KLIMATYCZNEJ

- Efekty zewnętrzne
- Koszty i korzyści polityki klimatycznej
- Optymalna polityka klimatyczna, model Nordhausa
- Społeczny koszt węgla i podatek węglowy
- Rynkowe sposoby rozwiązywania problemu

TEORIA EFEKTÓW ZEWNĘTRZNYCH

- ❑ W szerokim sensie – praktycznie każde działanie wywołuje wpływ na innych ludzi, więc ma pewne efekty zewnętrzne – zmienia dostępność dóbr, wpływa na strukturę cen etc.
- ❑ Pieniężne efekty zewnętrzne – np. Tesla a tradycyjne firmy motoryzacyjne
- ❑ Kalkulacja ekonomiczna, efektywność Pareto, ujęcie dynamiczne – dlaczego takie efekty zewnętrzne nie są problemem?

TEORIA EFEKTÓW ZEWNĘTRZNYCH

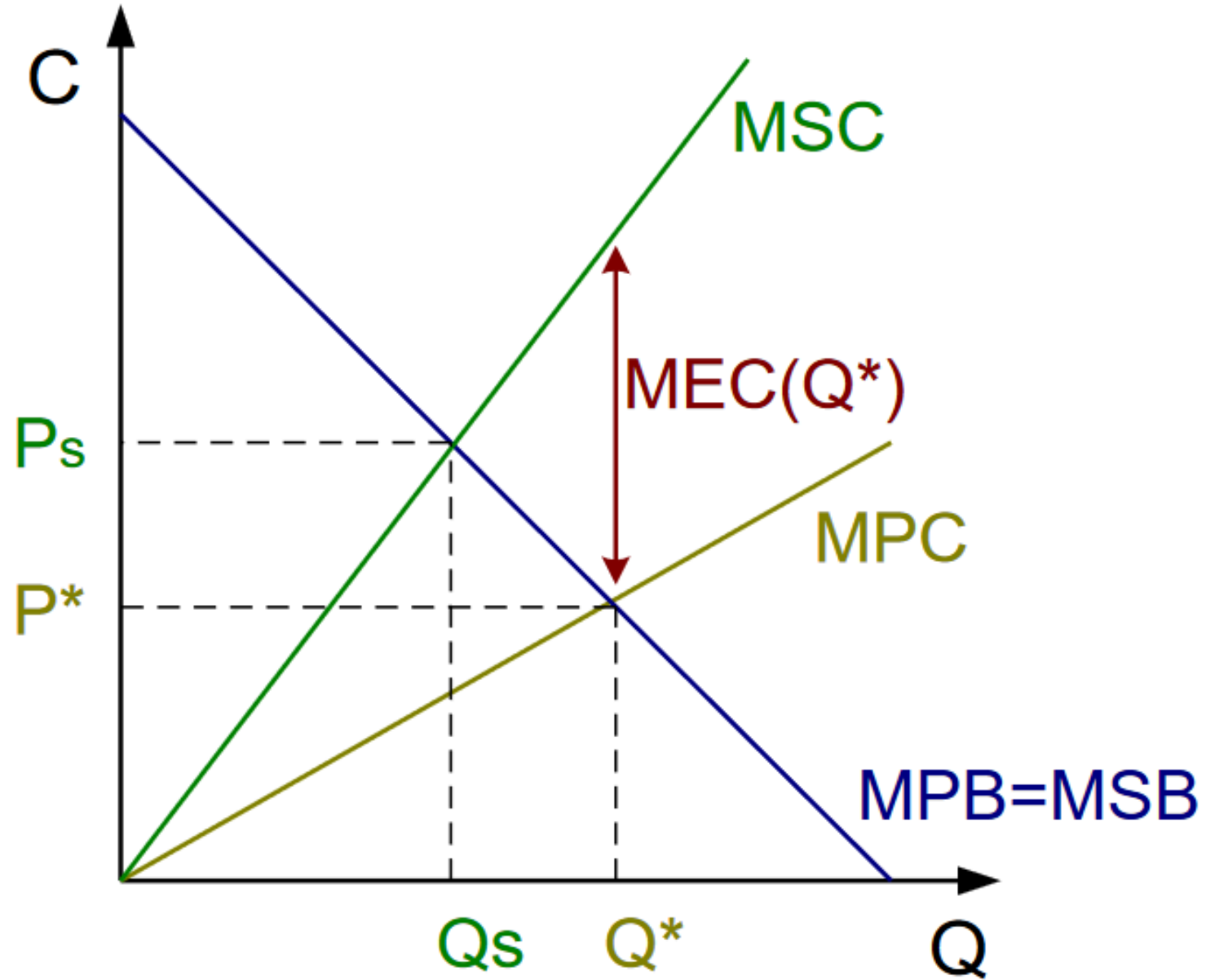
- ❑ Wąskie rozumiane efekty zewnętrzne jako zawodność rynku – technologiczne efekty zewnętrzne
- ❑ Kalkulacja ekonomiczna nie odzwierciedla wszystkich kosztów lub korzyści działania
- ❑ Koszty zewnętrzne lub korzyści zewnętrzne

KOSZTY ZEWNĘTRZNE

- ❑ Działający podmiot nie ponosi całości kosztów swojego działania
- ❑ Przykład – zanieczyszczenie powietrza w wyniku działań produkcyjnych
- ❑ Różnica w optymalnym społecznie i prywatnie rozmiarze produkcji w ujęciu neoklasycznym
- ❑ Koszt społeczny = koszt prywatny + koszt zewnętrzny (np. uszczerbek dla zdrowia)

$$\mathbf{TSC = TPC + TEC}$$

$$\mathbf{MSC = MPC + MEC}$$



KOSZTY I KORZYŚCI POLITYKI KLIMATYCZNEJ

- Emisja gazów cieplarnianych w wyniku ludzkiej aktywności powoduje zmiany klimatyczne (podniesienie się temperatur, większe opady, większa zmienność opadów, fale upałów)
- Zmiany klimatyczne mogą mieć czasami pozytywny wpływ na gospodarkę danego regionu (np. wyższa temperatura umożliwia więcej rolniczych działalności; winnice koło Wrocławia)
- Zmiany klimatyczne mogą mieć czasami negatywny wpływ na gospodarkę (podnoszenie poziomu wód, zbyt wysokie temperatury dla większości możliwych upraw itp.)

KOSZTY I KORZYŚCI POLITYKI KLIMATYCZNEJ

- Próby oszacowania tych kosztów i korzyści sugerują, że obecnie zmiany klimatyczne będą coraz bardziej netto niekorzystne
- Istnieje koszt zewnętrzny – ludzie gospodarując prowadzą do pojawienia się strat wśród osób, które nie są producentami (np. zalewanie wysp na Pacyfiku)
- Polityka ograniczania zmian klimatycznych będzie miała swój koszt (ubytek PKB wywołany zmianą alokacji zasobów względem wzorca wynikającego z kalkulacji ekonomicznej)
- Taka polityczna przyniesie też pewne korzyści w postaci ograniczenia szkód wywołanych zmianą klimatu

OPTYMALNA POLITYKA KLIMATYCZNA

- Z punktu widzenia ekonomii optymalna polityka klimatyczna to taka, która maksymalizuje dobrobyt – której krańcowe korzyści są możliwie duże względem krańcowych kosztów
- Zbyt mało ambitna polityka klimatyczna ograniczy koszty zmian klimatu w zbyt małym stopniu względem przyrostu PKB możliwego dzięki łagodnej polityce klimatycznej
- Zbyt ambitna polityka klimatyczna ograniczy rozwój gospodarczy w większym stopniu, niż wynika to z możliwych do uzyskaniu korzyści z powodu mniejszych zmian klimatycznych

EKONOMICZNE MODELE ZMIANY KLIMATU

- Zintegrowane modele oceny
- Najbardziej popularne to DICE (William Nordhaus – Nobel z 2018 r.), PAGE, FUND
- Pozwalają na policzenie ścieżki światowego PKB w czasie przy różnych politykach klimatycznych
- Przykładowo wedle raportu IPCC z 2014 r. wprowadzenie polityki ograniczania ocieplenia klimatu do 2°C kosztowałoby ok. 3,4% światowej konsumpcji w roku 2050 i ok. 4,8% światowej konsumpcji w roku 2100

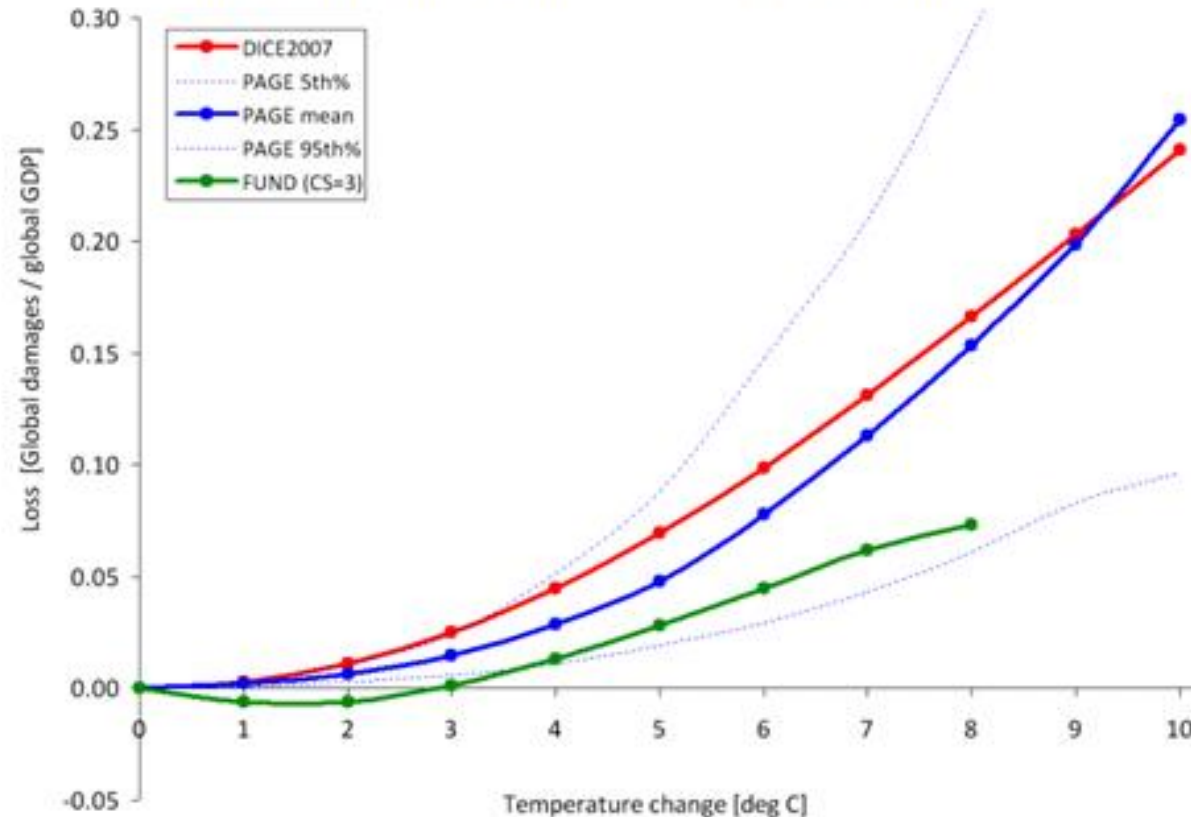
EKONOMI

KLIMATU

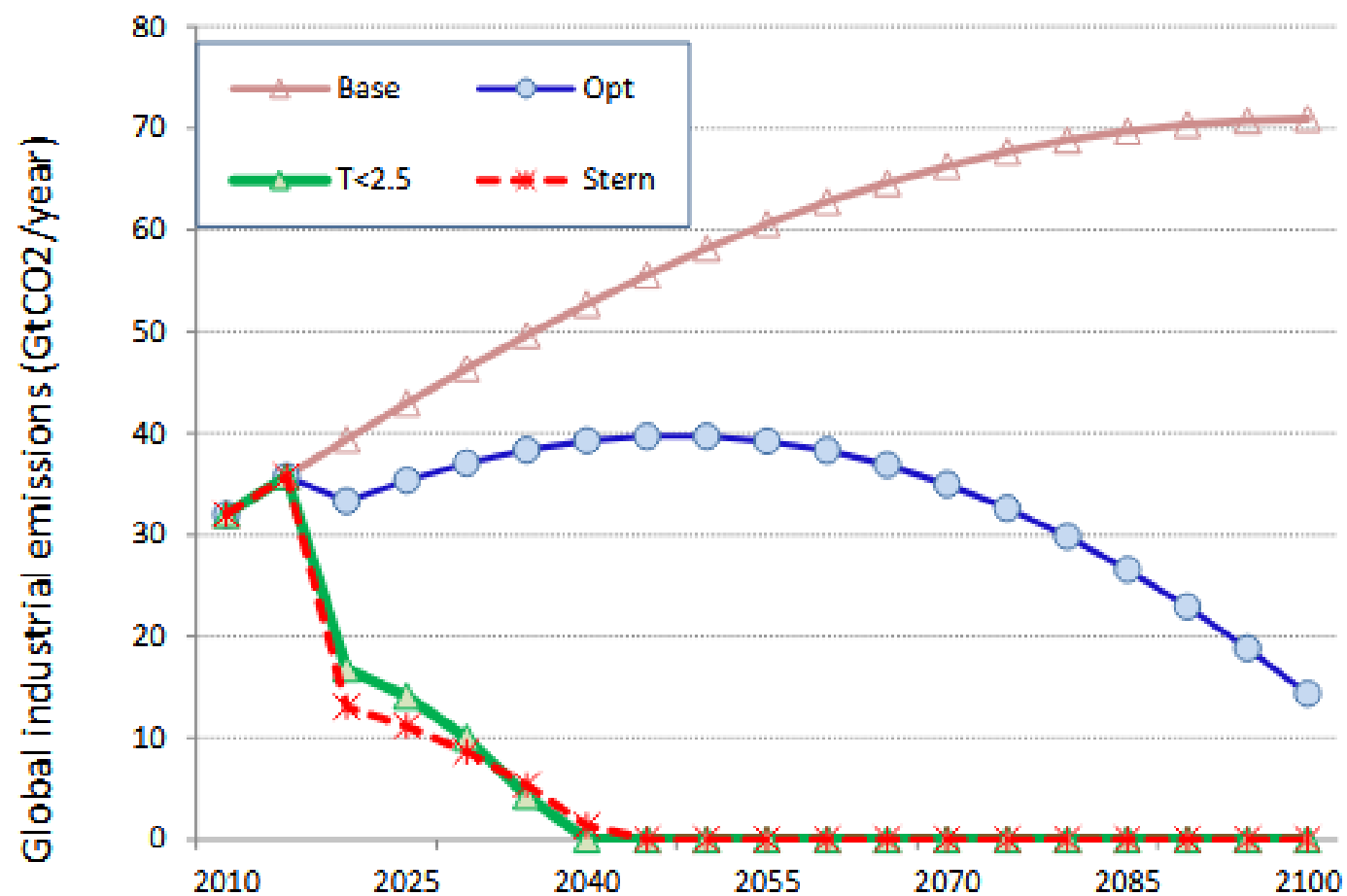
Study	Warming	Impact
	(°C)	(%GDP)
(Nordhaus 1994b)	3.0	-1.3
(Nordhaus 1994a)	3.0	-4.8 (-30.0 to 0.0)
(Fankhauser 1995)	2.5	-1.4
(Tol 1995)	2.5	-1.9
(Nordhaus and Yang 1996) ^a	2.5	-1.7
(Plamberk and Hope 1996) ^a	2.5	-2.5 (-0.5 to -11.4)
(Mendelsohn et al. 2000) ^a	2.5	0.0
(Mendelsohn et al. 2000) ^a	2.5	0.1
(Nordhaus and Boyer 2000)	2.5	-1.5
(Tol 2002)	1.0	2.3 (1.0)
(Maddison 2003) ^a	2.5	-0.1
(Rehdanz and Maddison 2005) ^a	1.0	-0.4
(Hope 2006a) ^a	2.5	-0.9 (-0.2 to 2.7)
(Nordhaus 2006)	3.0	-0.9 (0.1) -1.1 (0.1)
(Nordhaus 2008)	3.0	-2.5
(Maddison and Rehdanz 2011) ^a	3.2	-11.5
(Bosello et al. 2012)	1.9	-0.5
(Roson and van der Mensbrugghe 2012)	2.3 4.9	-1.8 -4.6

EKONOMICZNE MODELE ZMIANY KLIMATU

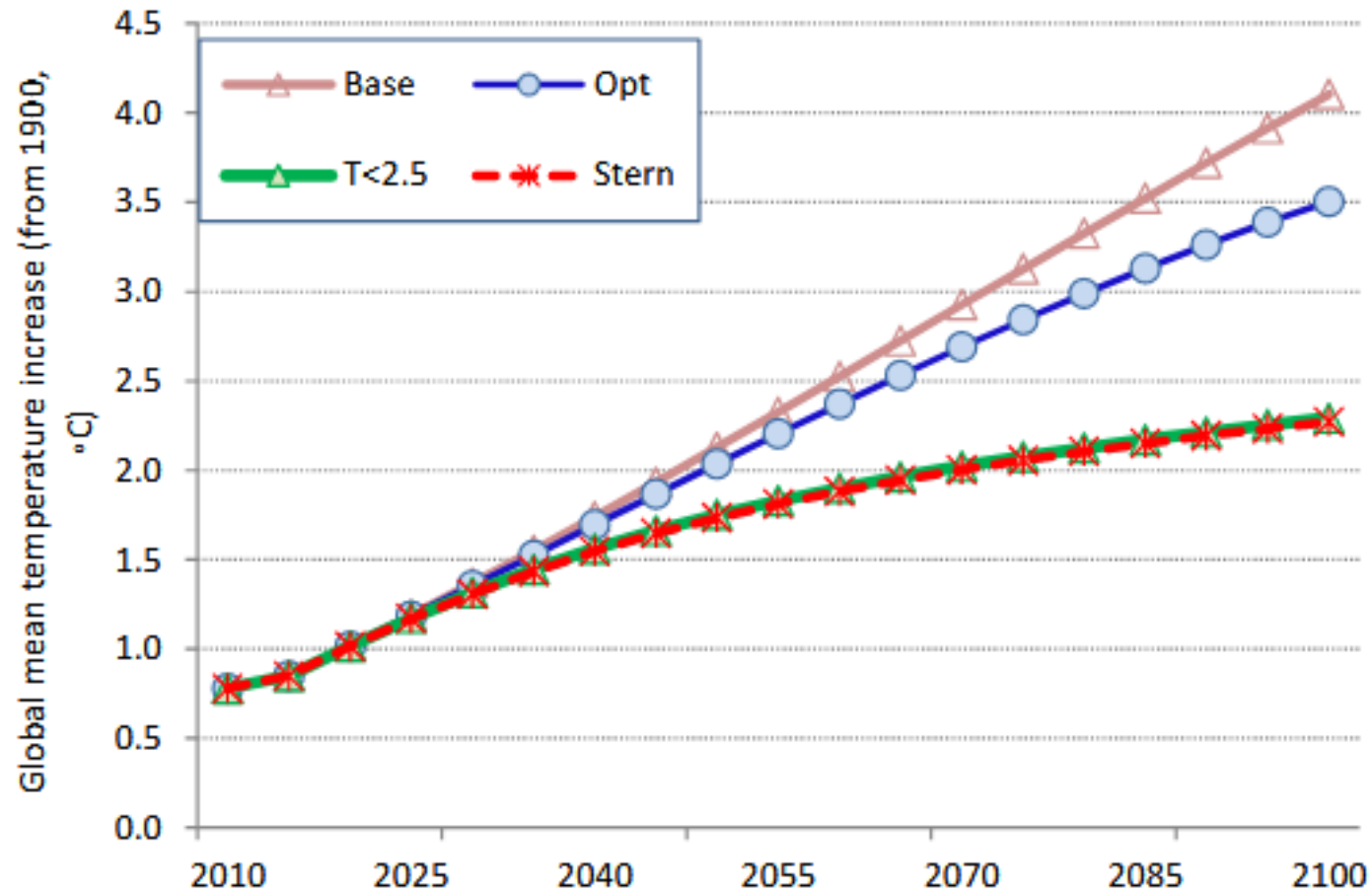
Figure 1A: Annual Consumption Loss as a Fraction of Global GDP in 2100 Due to an Increase in Annual - Global Temperature in the DICE, FUND, and PAGE models⁵



EKONOMICZNE MODELE ZMIANY KLIMATU



EKONOMICZNE MODELE ZMIANY KLIMATU



SPOŁECZNY KOSZT WĘGLA

- Innym sposobem ujęcia tego problemu jest policzenie tzw. społecznego kosztu węgla – kosztu emisji określonej wagi dwutlenku węgla do atmosfery z uwzględnieniem negatywnych wpływ emisji na dobrobyt (z policzonymi efektami zewnętrznymi)
- Na podstawie tych wyliczeń można wprowadzić tzw. podatek Pigou – mający zoptymalizować efekty zewnętrzne dla społeczeństwa
- Zarówno w przypadku modeli klimatycznych, jak i liczenie społecznego kosztu węgla wymaga m.in. Podania stopy procentowej – jako że uwzględniamy dane z różnych punktów czasowych
- Modele okazują się wyjątkowo wrażliwe na ten jeden parametr

Table 1

	Average SCC: Baseline			
Year	Discount Rate: 2.50%	Discount Rate: 3%	Discount Rate: 5%	Discount Rate: 7%
2010	\$29.69	\$16.98	\$1.87	-\$0.53
2020	\$32.90	\$19.33	\$2.54	-\$0.37
2030	\$36.16	\$21.78	\$3.31	-\$0.13
2040	\$39.53	\$24.36	\$4.21	\$0.19
2050	\$42.98	\$27.06	\$5.25	\$0.63

TABLE 1

Average SCC Baseline, End Year 2300

Year	Discount Rate: 2.5%	Discount Rate: 3%	Discount Rate: 5%	Discount Rate: 7%
2010	\$46.57	\$30.04	\$8.81	\$4.02
2015	\$52.35	\$34.32	\$10.61	\$5.03
2020	\$56.92	\$37.79	\$12.10	\$5.87
2025	\$61.48	\$41.26	\$13.60	\$6.70
2030	\$66.52	\$45.14	\$15.33	\$7.70
2035	\$71.57	\$49.03	\$17.06	\$8.70
2040	\$76.95	\$53.25	\$19.02	\$9.85
2045	\$82.34	\$57.48	\$20.97	\$11.00
2050	\$87.69	\$61.72	\$23.06	\$12.25

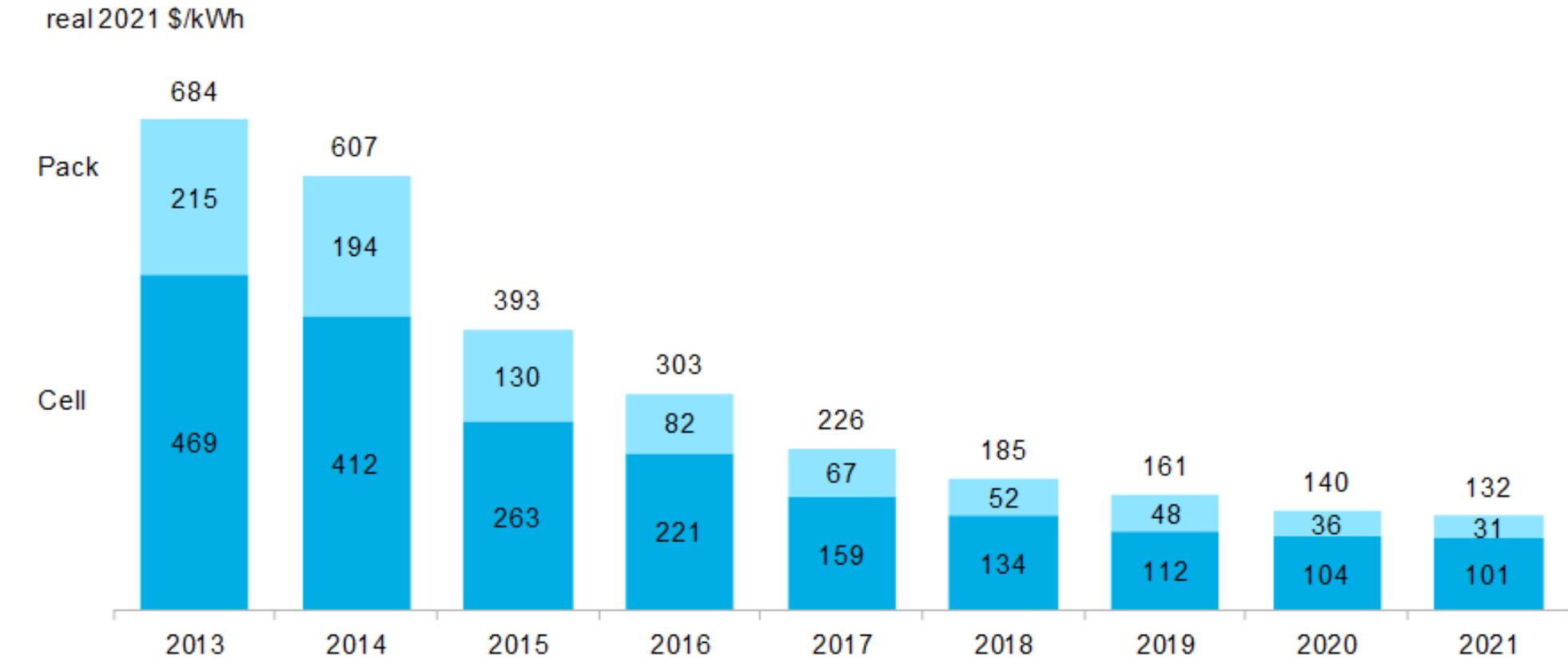
SPOŁECZNY KOSZT WĘGLA, MODELE

- Inne problemy: dyskusje co do wielkości strat
- Możliwość wymknięcia się klimatu spod kontroli
- Zdolność ludzi do adaptacji do zmian klimatycznych

RYNKOWE ODPOWIEDZI NA PROBLEM ZMIAN KLIMATYCZNYCH

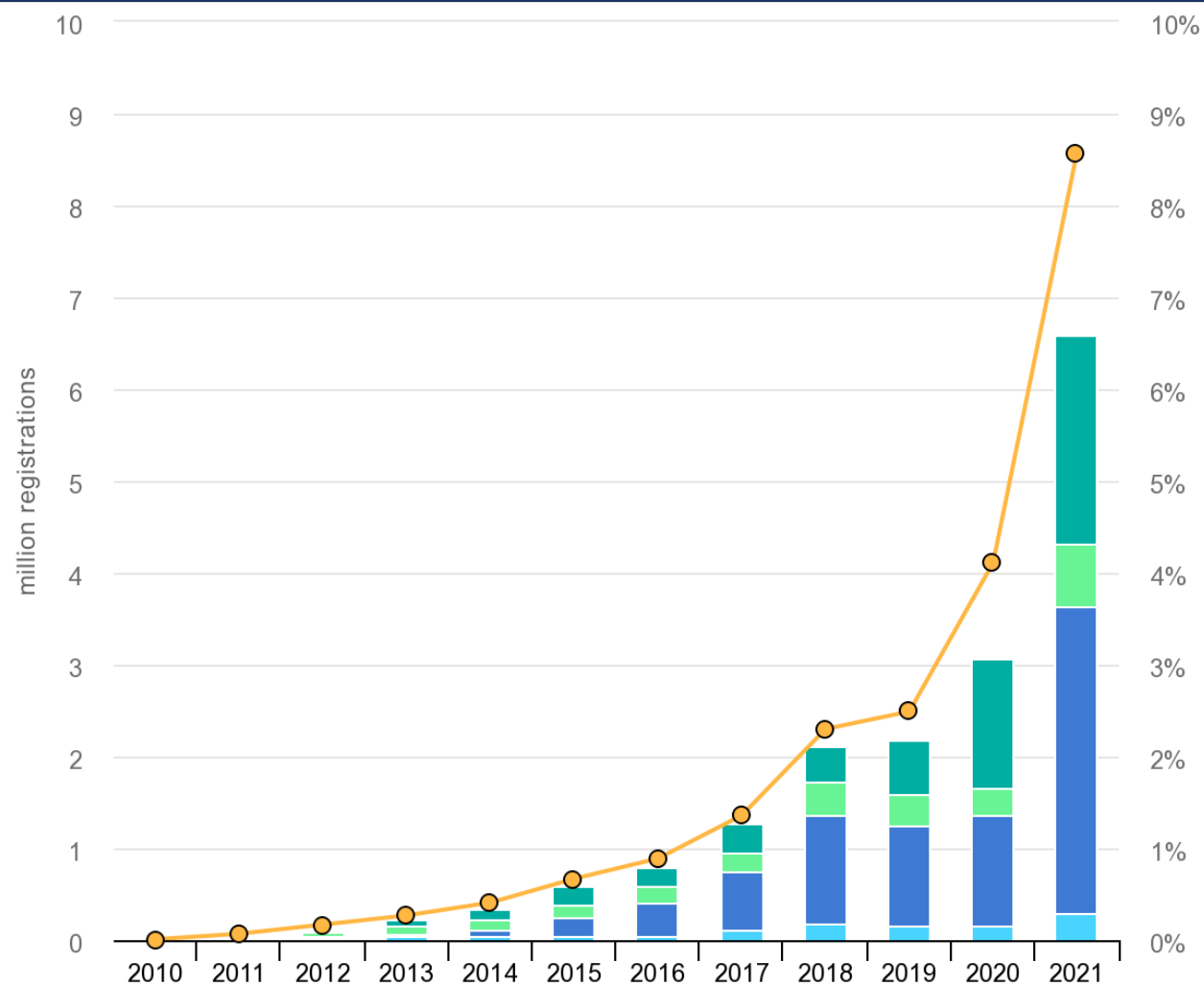
- Wielu przedsiębiorców na tyle przejęło się problemem klimatu, że skoncentrowali prawie całą swoją działalność na wdrażaniu produktów, które pozwolą na ograniczenie emisji dwutlenku węgla i zatrzymanie/spowolnienie zmian klimatycznych
- Wykorzystują przy tym całe spektrum możliwości, jakie dają współczesne zglobalizowane rynki (ryniki kapitałowe, łańcuchy dostaw, masowość)
- Dynamiczny rozwój kilku technologii, które powodują, że eliminacja dużej części emisji dwutlenku węgla staje się realna

BATERIE LITOWO-JONOWE – SAMOCHODY ELEKTRYCZNE I MAGAZYNY ENERGII



Source: BloombergNEF.

SAMOCZODY ELEKTRYCZNE

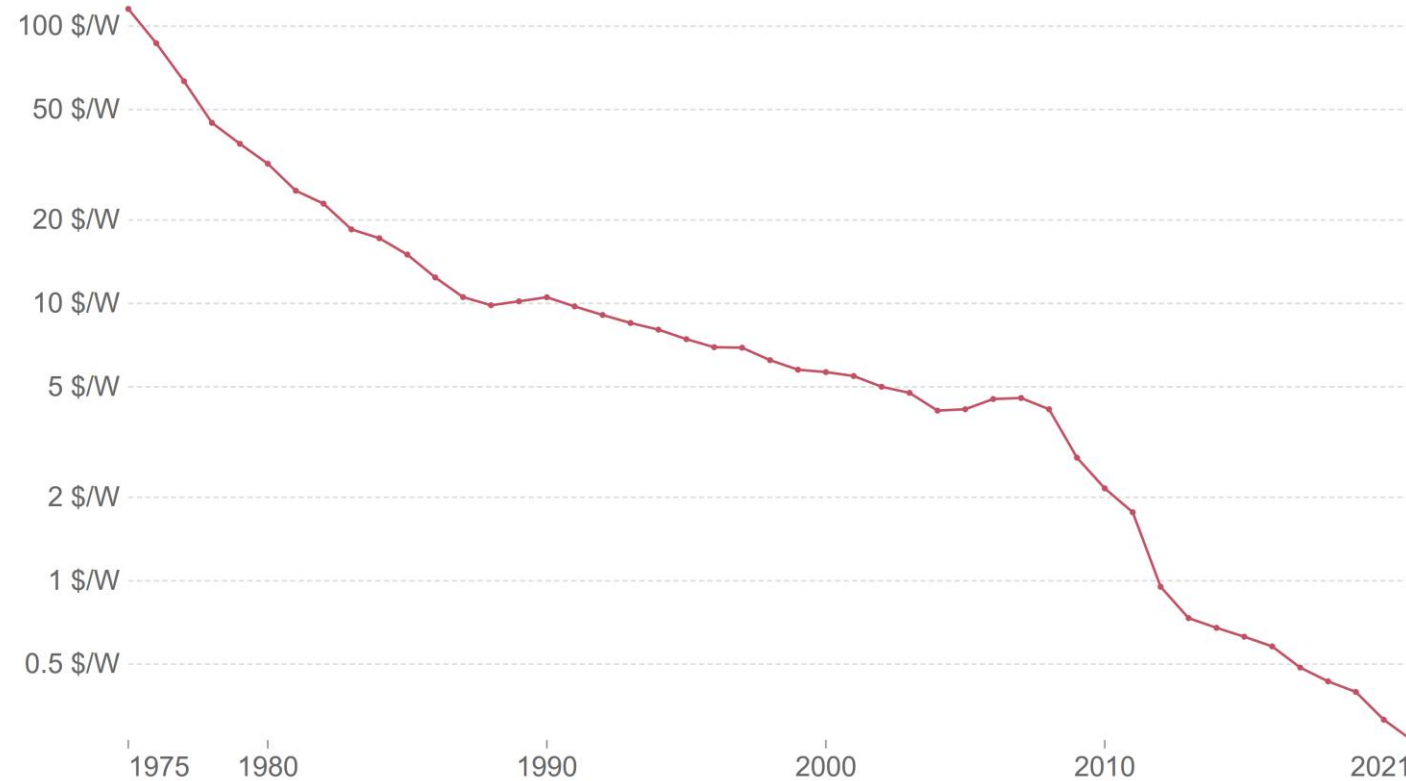


ENERGETYKA Z WIATRU I SŁOŃCA

Solar (photovoltaic) panel prices

This data is expressed in US dollars per Watt, adjusted for inflation.

Our World
in Data



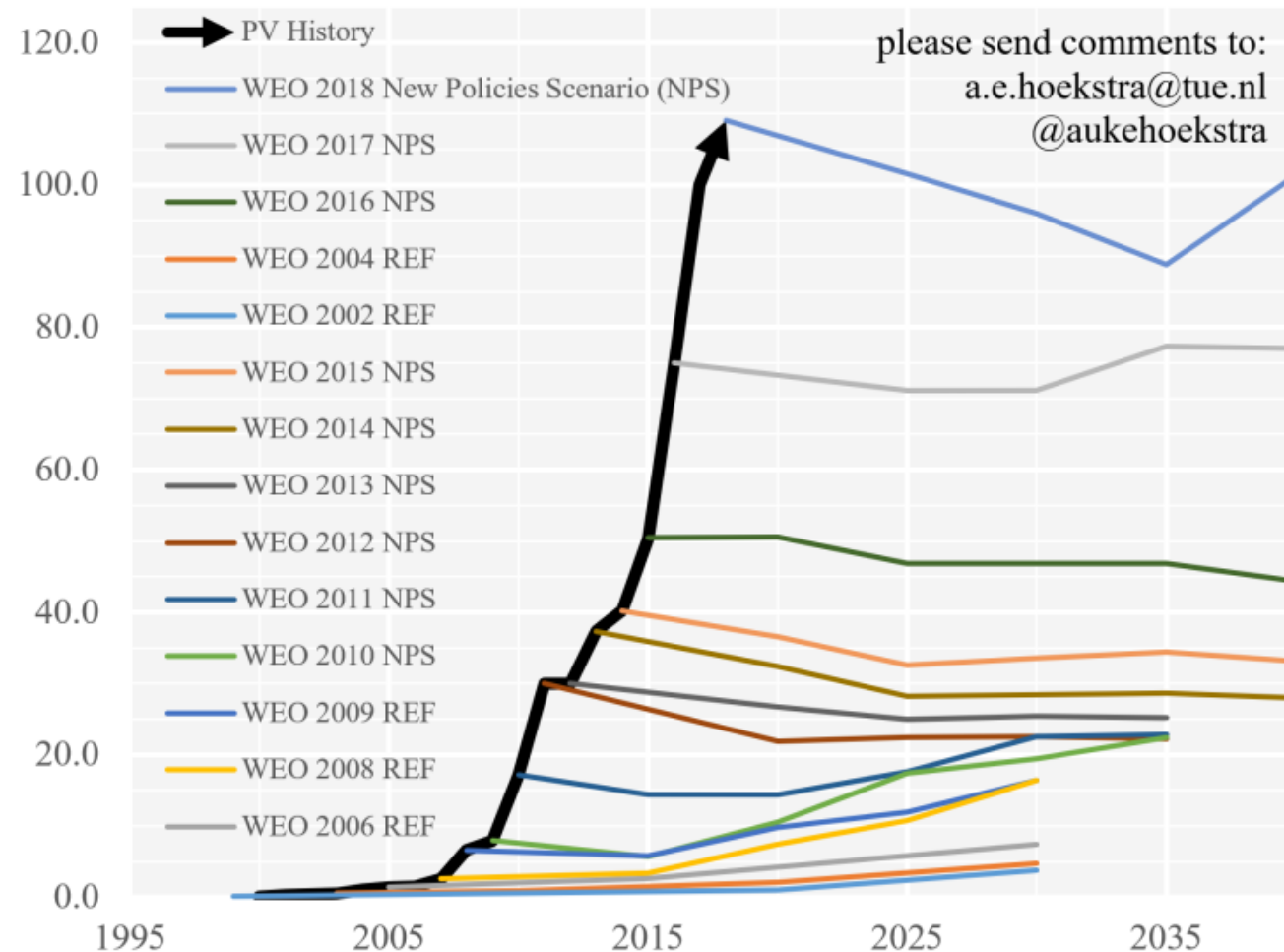
Source: Nemet (2009); Farmer & Lafond (2016); International Renewable Energy Agency (IRENA)
Note: Data is expressed in constant 2021 US\$ per Watt.

OurWorldInData.org/energy • CC BY

ENERGETYKA Z WIATRU I SŁOŃCA

Annual PV additions: historic data vs IEA WEO predictions

In GW of added capacity per year - source International Energy Agency - World Energy Outlook

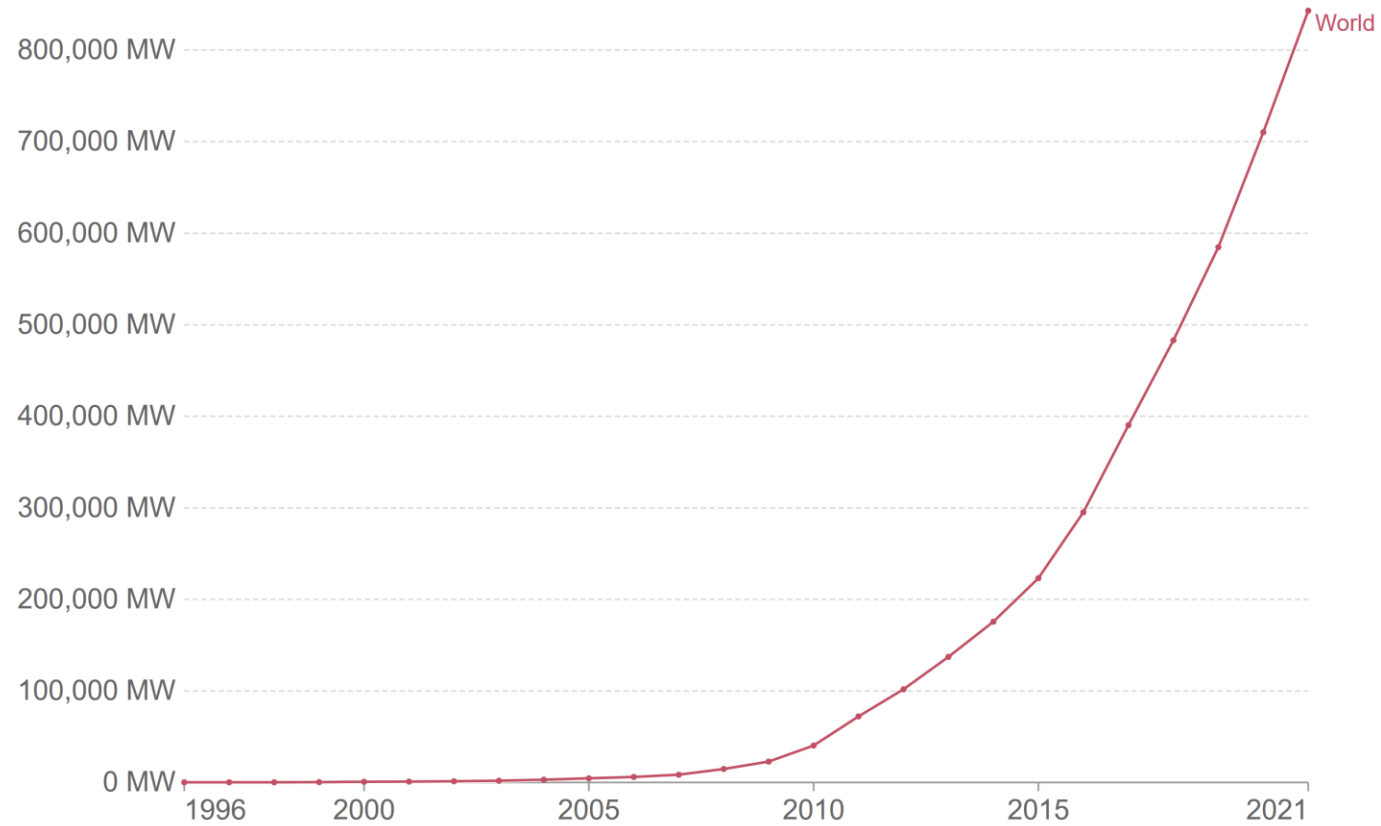


ENERGETYKA Z WIATRU I SŁOŃCA

Solar PV cumulative capacity

Cumulative capacity of solar photovoltaics is given in megawatts (MW).

Our World
in Data



Source: BP Statistical Review of World Energy

OurWorldInData.org/renewable-energy • CC BY

INNE ZMIANY

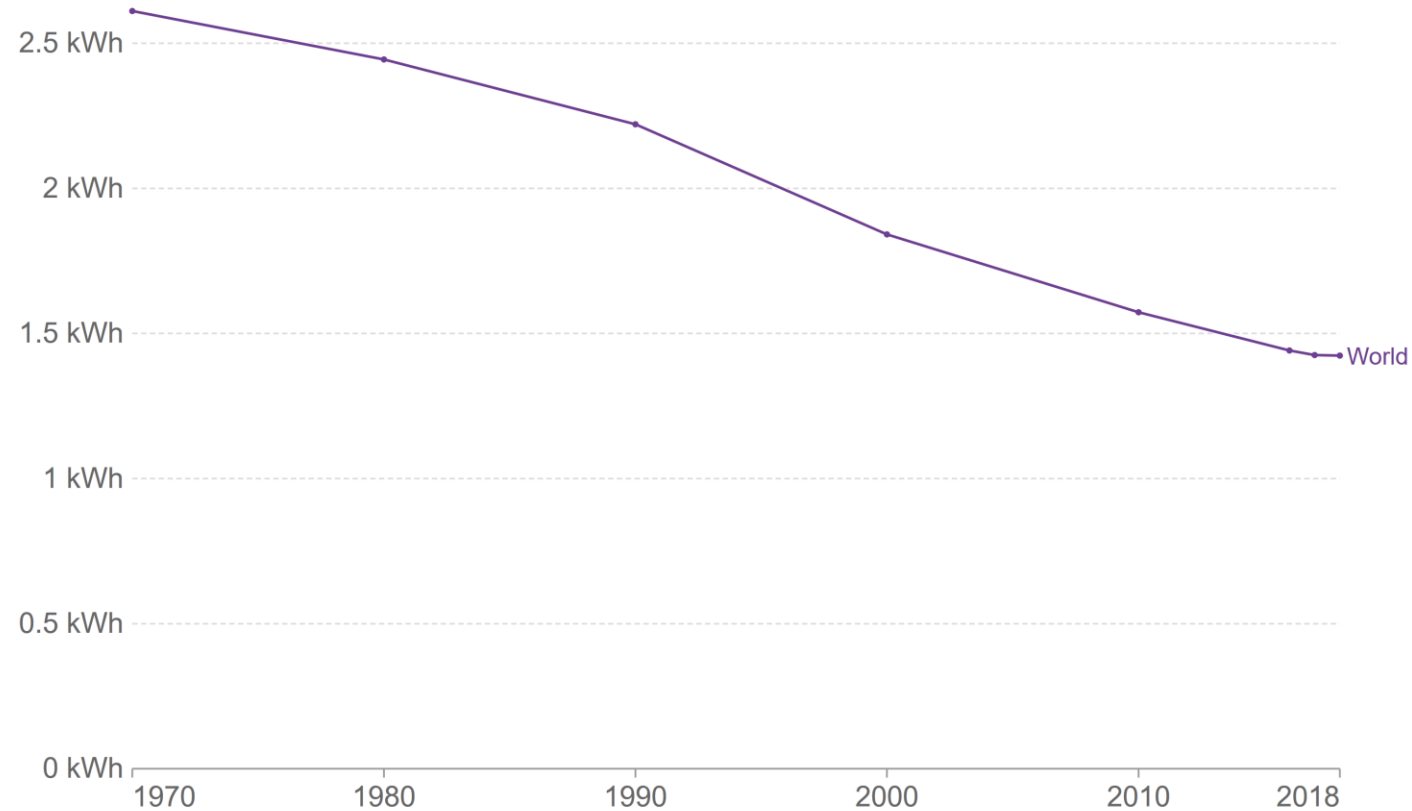
- Przejście z silników spalinowych na silniki elektryczne wydatnie zwiększa efektywność energetyczną (musimy wytwarzać dużo mniej energii, by otrzymać ten sam rezultat)
- Podobny efekt daje zastosowanie pomp ciepła w przypadku ogrzewania
- Opisane powyżej innowacje dają wyraźną szansę na ograniczenie emisji z energetyki, transportu i gospodarstw domowych, cały czas potrzebne są jeszcze dodatkowe rozwiązania dla przemysłu – ale i tak mamy masowe technologie, które są w stanie wyeliminować lwią część emisji
- Efektywność energetyczna jest także podnoszona systematycznie przez mniejsze innowacje

INNE ZMIANY

Energy intensity

Energy intensity is measured as primary energy consumption per unit of gross domestic product. This is measured in kilowatt-hours per 2011\$ (PPP).

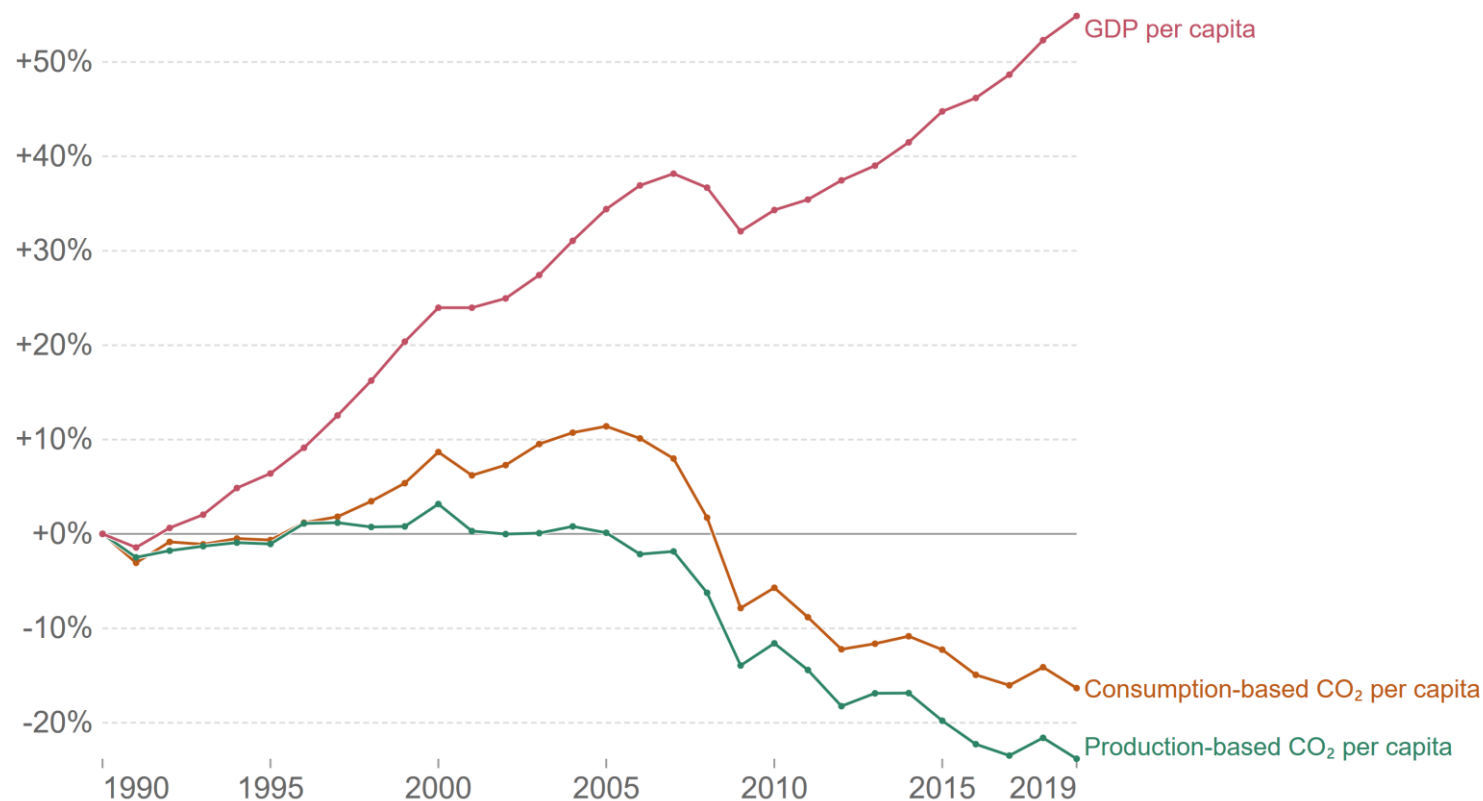
Our World
in Data



Change in per capita CO₂ emissions and GDP, United States

Our World
in Data

Consumption-based emissions¹ are national emissions that have been adjusted for trade. This measures fossil fuel and industry emissions². Land use change is not included.



Source: Data compiled from multiple sources by World Bank, Our World in Data based on the Global Carbon Project

Note: GDP figures are adjusted for inflation.

OurWorldInData.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions • CC BY

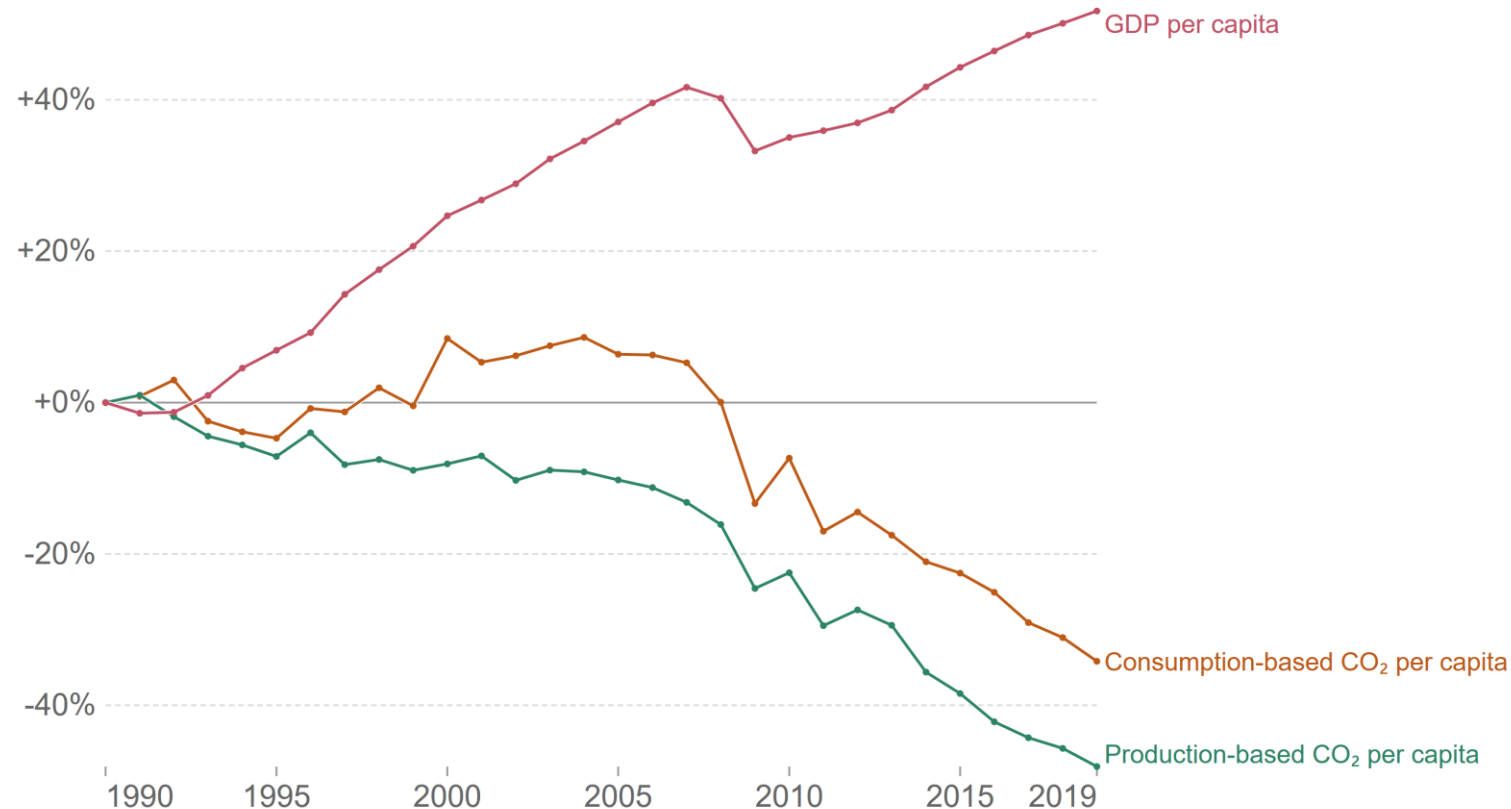
1. Consumption-based emissions: Consumption-based emissions are national or regional emissions that have been adjusted for trade. They are calculated as domestic (or 'production-based' emissions) emissions minus the emissions generated in the production of goods and services that are exported to other countries or regions, plus emissions from the production of goods and services that are imported. Consumption-based emissions = Production-based – Exported + Imported emissions

2. Fossil emissions: Fossil emissions measure the quantity of carbon dioxide (CO₂) emitted from the burning of fossil fuels, and directly from industrial processes such as cement and steel production. Fossil CO₂ includes emissions from coal, oil, gas, flaring, cement, steel, and other industrial processes. Fossil emissions do not include land use change, deforestation, soils, or vegetation.

Change in per capita CO₂ emissions and GDP, United Kingdom

Our World
in Data

Consumption-based emissions¹ are national emissions that have been adjusted for trade. This measures fossil fuel and industry emissions². Land use change is not included.



Source: Data compiled from multiple sources by World Bank, Our World in Data based on the Global Carbon Project

Note: GDP figures are adjusted for inflation.

OurWorldInData.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions • CC BY

1. Consumption-based emissions: Consumption-based emissions are national or regional emissions that have been adjusted for trade. They are calculated as domestic (or 'production-based' emissions) emissions minus the emissions generated in the production of goods and services that are exported to other countries or regions, plus emissions from the production of goods and services that are imported. Consumption-based emissions = Production-based – Exported + Imported emissions

2. Fossil emissions: Fossil emissions measure the quantity of carbon dioxide (CO₂) emitted from the burning of fossil fuels, and directly from industrial processes such as cement and steel production. Fossil CO₂ includes emissions from coal, oil, gas, flaring, cement, steel, and other industrial processes. Fossil emissions do not include land use change, deforestation, soils, or vegetation.

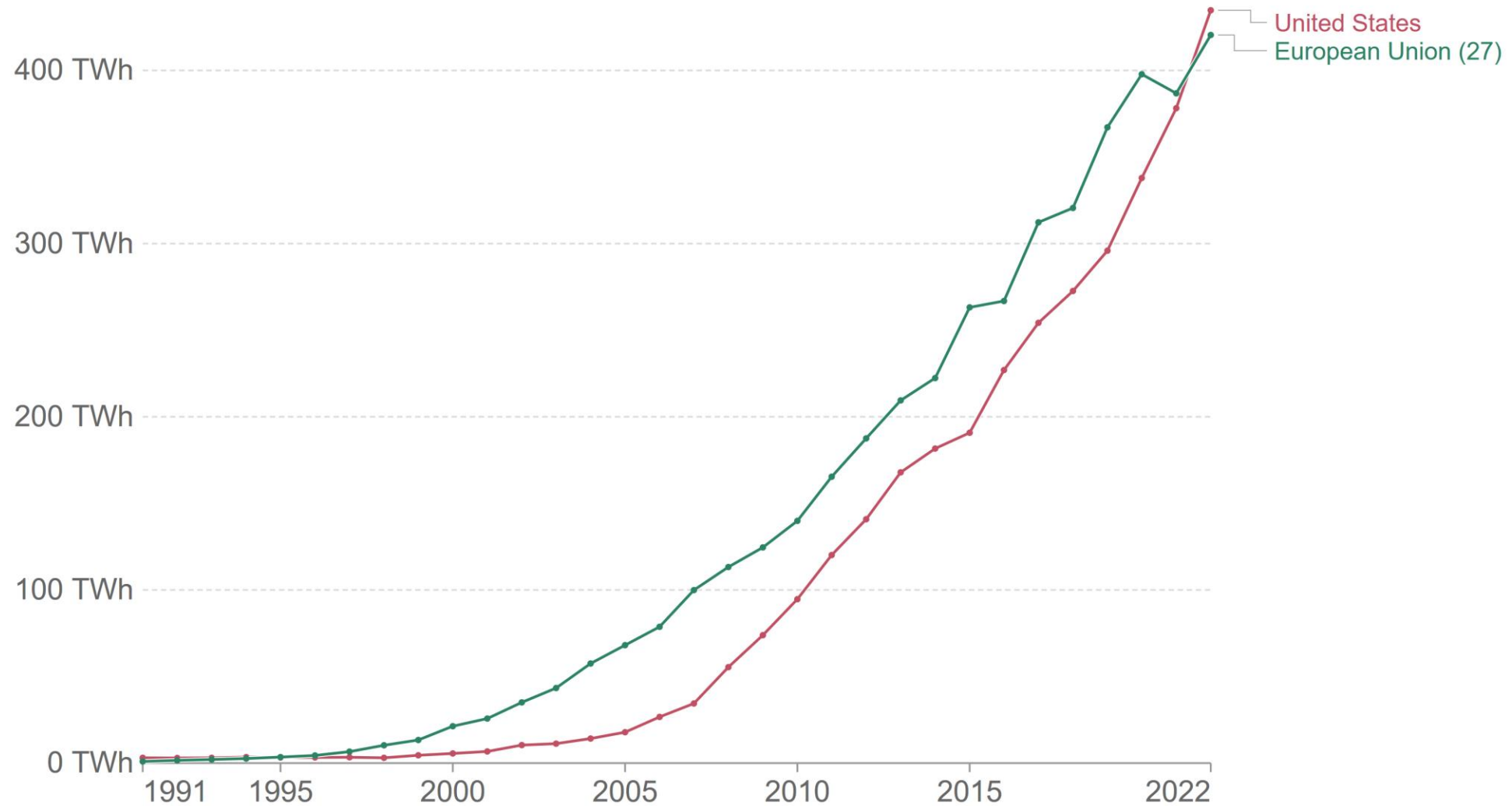
RYNKOWA TRANSFORMACJA ENERGETYCZNA

- Już kilkadziesiąt krajów „oderwało” emisje od wzrostu gospodarczego
- Jeśli dzieje się to przy mniejszym wsparciu państwa, to można oczekiwać, że zmiany będą trwalsze, a finalne produkty bardziej opłacalne
- Brak wsparcia państwa zaostrza konkurencję i zwiększa innowacyjność – np. w Stanach Zjednoczonych do niedawna nie prowadzono polityki klimatycznej na wzór europejski
- Wraz ze skalowaniem produkcji i spadkiem kosztów coraz mniej zamożne kraje mogą sobie pozwolić na udział w transformacji
- Światowe emisje dwutlenku węgla już teraz się wypłaszczają – całkiem możliwe, że jeszcze w tej dekadzie zaczną spadać

Wind power generation

Annual electricity generation from wind is measured in terawatt-hours (TWh) per year. This includes both onshore and offshore wind sources.

Our World
in Data

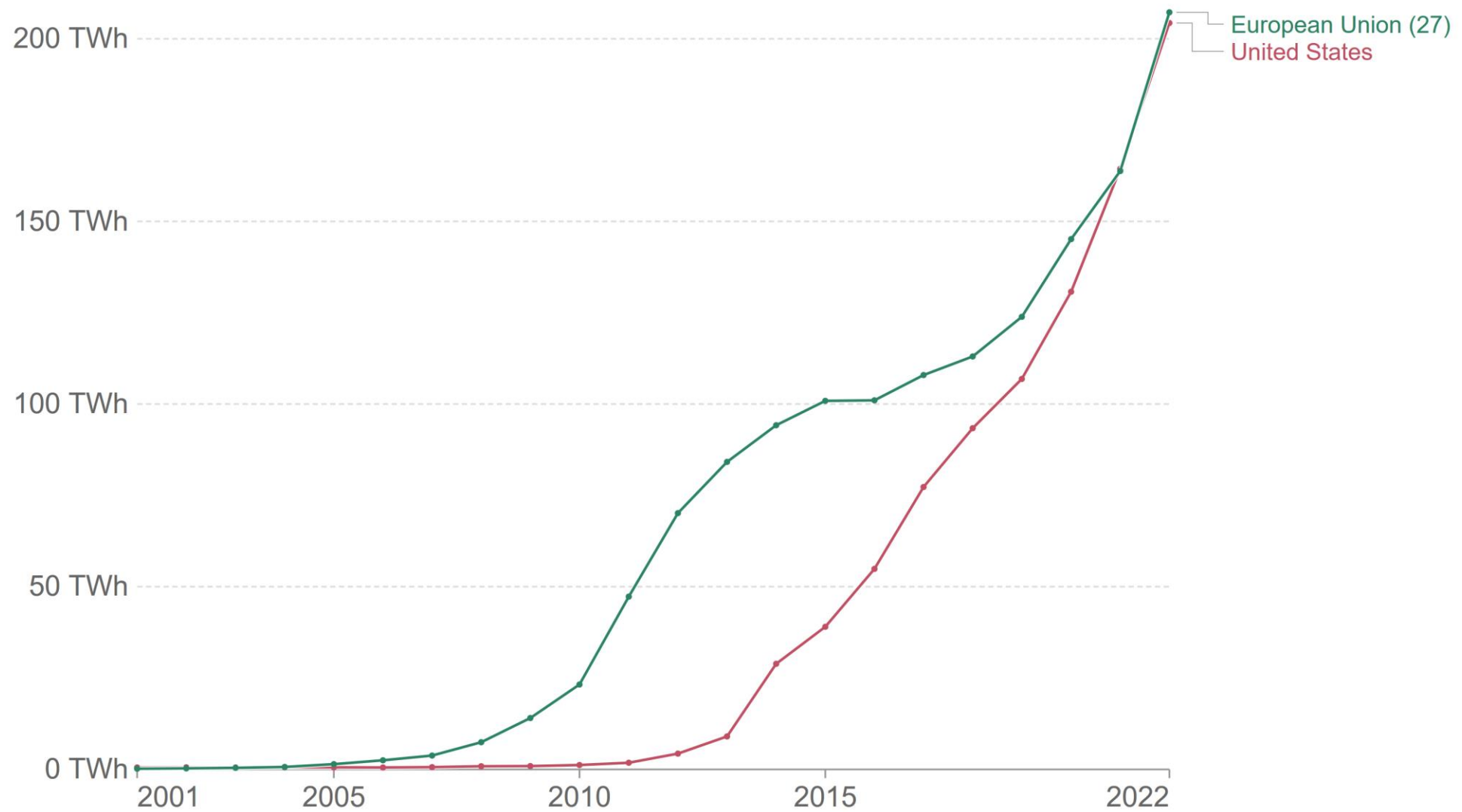


Source: Ember's Yearly Electricity Data; Ember's European Electricity Review; Energy Institute Statistical Review of World Energy
OurWorldInData.org/renewable-energy • CC BY

Solar power generation

Electricity generation from solar, measured in terawatt-hours (TWh) per year.

Our World
in Data



Source: Ember's Yearly Electricity Data; Ember's European Electricity Review; Energy Institute Statistical Review of World Energy
OurWorldInData.org/renewable-energy • CC BY