

## OD FOURIERA DO ZIELONEJ TRANSFORMACJI – SUBIEKTYWNY PRZEGLĄD NAJWAŻNIEJSZYCH WYDARZEŃ

### FROM FOURIER TO GREEN TRANSFORMATION - SUBJECTIVE REVIEW OF THE MOST IMPORTANT EVENTS

Alicja Pawłowska - „Poltegor-Instytut” Instytut Górnictwa Odkrywkowego, Wrocław

(pl)DOI: 10.5604/01.3001.0054.6357

*Artykuł w skróty sposób przedstawia wydarzenia leżące u podstaw dzisiejszej polityki klimatycznej. Odkrycia sięgające pierwszej połowy XIX w. i zapoczątkowane przez nie późniejsze badania pozwoliły zwiększyć wiedzę naukowców na temat klimatu. Dzięki temu wzrosła świadomość w zakresie jego zmian, co przełożyło się na szereg podjętych działań. Powstały nowe instytucje koordynujące inicjatywy związane z klimatem, zapoczątkowano także działania polityczno-gospodarcze mające na celu przeciwdziałanie zmianom klimatu poprzez ograniczenie emisji gazów cieplarnianych. Efekty tych działań są jednak niezadowalające.*

**Słowa kluczowe:** globalne ocieplenie, zmiana klimatu, gazy cieplarniane, Fit for 55, Porozumienie Paryskie

*The article briefly presents the events underlying today's climate policy. Discoveries dating back to the first half of the 19th century and the subsequent research they initiated have allowed scientists to increase their knowledge of the climate. Thanks to this, awareness of its changes increased, which resulted in a number of actions taken. New institutions coordinating climate-related initiatives have been established, as well as political and economic activities have been initiated to counteract climate change by reducing greenhouse gas emissions. However, the effects of these actions are unsatisfactory.*

**Keywords:** global warming, climate change, greenhouse gases, Fit for 55, Paris Agreement

Z roku na rok coraz więcej uwagi poświęca się tematowi dotyczącemu zmian klimatu oraz sposobów przeciwdziałania im. Informacje na temat odnotowanych anomalii pogodowych, w tym kolejnych rekordów ciepła, sprawozdania z wszelkiego rodzaju konferencji klimatycznych bądź doniesienia o nowo uchwalonych przepisach mających na celu walkę ze zmianami klimatu są stałym elementem serwisów informacyjnych i rozkładówek czasopism. Kwestia walki ze zmianami klimatu coraz częściej wybrzmiewa także w programach partii politycznych i przedwyborczych debatach. I choć zainteresowanie mediów tematem sięga mniej więcej ostatnich dwóch dekad, środowisko naukowców zauważyło problem dużo wcześniej.

Konkretniej, zauważono szybki wzrost średniej temperatury na Ziemi i powiązano go z zawartością tzw. gazów cieplarnianych w atmosferze. Oczywiście sformułowanie takich wniosków nie byłoby możliwe, gdyby nie wcześniejsze badania, przede wszystkim rozpoznanie leżącego u podstaw tego procesu zjawiska, czyli efektu cieplarnianego. Pierwszym, który go opisał (nie używając wprawdzie terminu efekt cieplarniany) w 1824 r. był Jean Baptiste Joseph Fourier. Szukając wyjaśnienia swoich obliczeń, które wskazywały, że temperatura powierzchni Ziemi jest wyższa niż wynikałoby to z ilości energii otrzymanej ze Słońca stwierdził, że atmosfera ma właściwości izolacyjne [1].

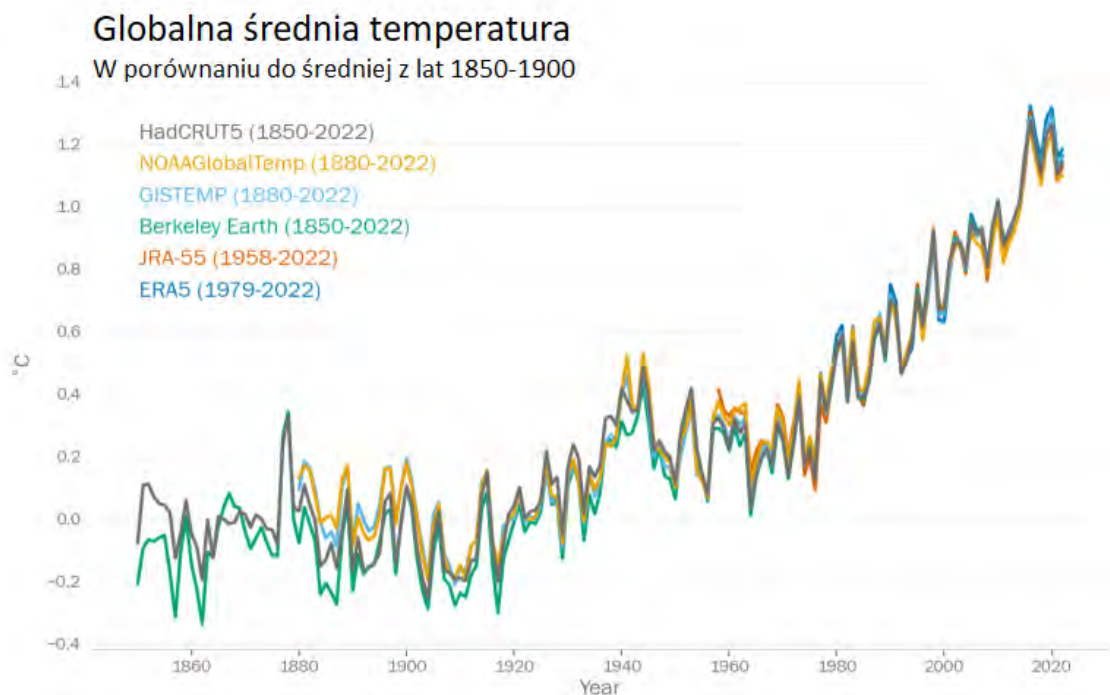
Kilkadziesiąt lat później John Tyndall zmierzył zdolności absorpcyjne wybranych gazów w zakresie promieniowania termicznego i odkrył, że gazami cieplarnianymi (czyli takimi, które charakteryzują się zdolnością do jego absorpcji) są m. in. para wodna, dwutlenek węgla i metan [2]. Pod koniec XIX w. Svante Arrhenius oszacował wielkość zmian temperatury jakie zajądą wskutek zmiany zawartości CO<sub>2</sub> w powietrzu [3]. O ile jego obliczenia opierały się na teoretycznych założeniach, to w 1938 r. [4] Guy Stewart Callendar wykazał związek wzrostu koncentracji CO<sub>2</sub> zawartego w atmosferze z odnotowanym wzrostem temperatury na Ziemi na podstawie analizy danych historycznych (sięgających połowy XIX w.).

Jak widać, każdy z badaczy skupiał się na innym aspekcie zagadnienia, jednak razem ich badania stanowią podwaliny współczesnych rozważań na temat globalnego ocieplenia i związanych z nim zmian klimatu. Co ważne ani Arrhenius, ani Callendar, mimo iż rozpatrywali wpływ ilości CO<sub>2</sub> na temperaturę globu i mieli świadomość dodatkowej emisji tego gazu ze spalania paliw kopalnych, nie upatrywali w badanym zjawisku zagrożenia.

W kolejnych latach prowadzono dalsze badania, przy czym to w drugiej połowie XX w., wraz z rozwojem technologicznym i pojawieniem się komputerów, nauka o zmianach klimatu weszła na nowe tory. Rozwój metod numerycznych umożliwił

tworzenie modeli i symulacji klimatu, a możliwość szybszej analizy większej ilości danych poprawiła dokładność wyników. Zwiększająca się świadomość znaczenia jakości środowiska zaowocowała w 1972 r. powołaniem do życia Programu Organizacji Narodów Zjednoczonych ds. Środowiska (United Nations Environment Programme - UNEP), by na szczeblu globalnym przewodził inicjatywom podejmowanym w sferze ochrony środowiska, pomagając w ten sposób w dążeniu do poprawy jakości życia ludzi bez narażania przyszłych pokoleń, tj. zgodnie z ideą zrównoważonego rozwoju. Równocześnie kolejne grupy naukowców zajmujących się zmianami klimatu ostrzegały przed globalnym ociepleniem (termin ten po raz pierwszy użyto w 1975 r. w pracy W. S. Broeckera pt: „Climatic change: are we on the brink of a pronounced global warming?”[5]), w efekcie czego wzrosło zainteresowanie

funkcjonowania nie zawierała ona żadnych wiążących nakazów dla podpisujących ją sygnatariuszy. Zostały one ustanowione dopiero w późniejszych traktatach, w ramach których państwa zgodziły się na obniżenie swoich emisji gazów cieplarnianych, tj. w Protokole z Kioto (1997 r.) i Porozumieniu Paryskim (2015 r.). O ile pierwszy wygasł z końcem 2020 roku, Porozumienie Paryskie obowiązuje, i przynajmniej w Unii Europejskiej, jest motorem napędowym aktualnie podejmowanych działań mających na celu walkę z globalnym ociepleniem. Określonym w nim długoterminowym celem globalnej polityki klimatycznej jest zatrzymanie wzrostu średniej temperatury do końca obecnego stulecia na poziomie dużo poniżej 2°C względem poziomu sprzed ery przemysłowej (określanej jako przedział lat 1850-1900), a najlepiej ograniczenie jej wzrostu do 1,5°C. By osiągnąć ten cel



Rys. 1. Zmiany średniej temperatury na Ziemi w odniesieniu do wielolecia 1850-1900 [7]  
Fig. 1. Changes in the average temperature on Earth in relation to the 1850-1900 period [7]

decydentów. Doprowadziło to do powstania w 1988 r., na wniosek członków ONZ, Międzyrządowego Zespołu ds. Zmian Klimatu (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC), który przygotowuje dla państw członkowskich raporty z podsumowaniem aktualnej wiedzy naukowej na temat zmian klimatu i ich konsekwencji, możliwości zapobiegania im lub przystosowania się do nich. Kolejnym przełomowym wydarzeniem było podpisanie Ramowej konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu (United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC) podczas szczytu ONZ w 1992 r. Od tego czasu co roku w ramach Konferencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu odbywają się spotkania jej sygnatariuszy znane jako Konferencje Stron (Conference of the Parties – COP), podczas których oceniane są postępy jakie poczyniła społeczność międzynarodowa w radzeniu sobie ze zmianami klimatu. Obecnie liczba sygnatariuszy (Stron) wynosi 198. Mimo, iż główną ideą konwencji było określenie założeń międzynarodowej współpracy dotyczącej ograniczenia emisji gazów cieplarnianych, w początkowym okresie jej

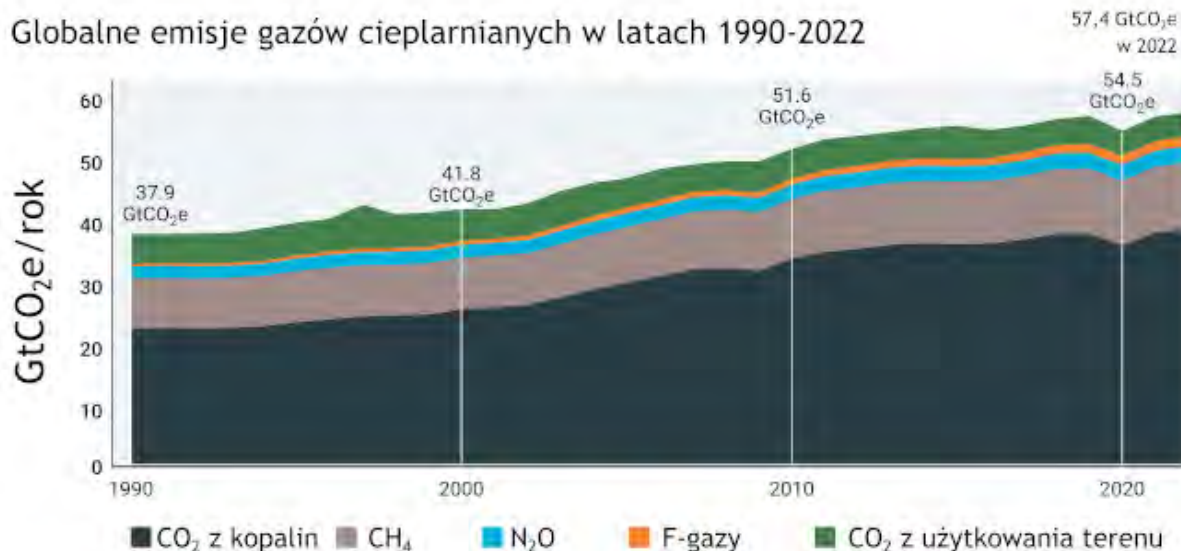
sygnatariusze Porozumienia składają w pięcioletnich cyklach dobrowolne zobowiązania do określonych redukcji emisji gazów cieplarnianych, które określane są jako tzw. wkłady ustalone na poziomie krajowym (Nationally Determined Contributions – NDCs). W 2020 r. Unia Europejska przedstawiła najnowszą propozycję, którą jest redukcja emisji gazów cieplarnianych do 2030 r. o 55% w stosunku do roku 1990, co będzie krokiem pośrednim do osiągnięcia klimatycznej neutralności do roku 2050. W tym celu przygotowano pakiet „Fit for 55” - zestaw wniosków ustawodawczych mających zmienić i uaktualnić unijne przepisy oraz ustanowić nowe inicjatywy. W jego ramach trwają prace m. in. nad wprowadzeniem zmian w unijnym systemie handlu uprawnieniami do emisji, nad nowelizacją przepisów w zakresie zwiększenia efektywności energetycznej budownictwa czy zwiększeniem udziału odnawialnych źródeł energii w ogólnym miksie energetycznym. Przyjęto już nowe przepisy regulujące emisje CO<sub>2</sub> z pojazdów osobowych i dostawczych oraz przygotowano ramy funkcjonowania granicznego podatku węglowego (Carbon Border Adjustment Mechanism – CBAM). Oczywiście Polska jako kraj członkowski

bierze udział w negocjacjach nad kształtem tych przepisów, niemniej szczegółowe propozycje naszego wkładu zawarte będą w przygotowywanej właśnie aktualizacji Krajowego Planu w dziedzinie Energii i Klimatu do 2030 r. Jako że w połowie tego roku przeprowadzono jej prekonsultacje, na ostateczny wygląd dokumentu należy jeszcze poczekać.

Mimo tego że, jak wykazano powyżej, naukowcy są świadomi problemu od drugiej połowy XX w., a działania mające na celu redukcję emisji gazów cieplarnianych podejmowane są już ponad 20 lat, globalny wzrost średniej temperatury dalej postępuje (rys. 1), a jak podaje Światowa Organizacja Meteorologiczna, tegoroczne lato (miesiące czerwiec, lipiec i sierpień 2023 r.) było najcieplejsze w historii pomiarów [6]. Niezależnie od usilnych starań niektórych państw, w tym państw Unii Europejskiej, światowa emisja gazów cieplarnianych ciągle rośnie (rys. 2) z uwagi na brak lub niewystarczające działania podejmowane przez resztę świata. W związku z powyższym można domniemywać, iż przewidziany w 2023 roku globalny przegląd dotychczasowych działań na rzecz realizacji Porozumienia Paryskiego, który

ma się odbyć w trakcie grudniowej Konferencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu COP-28 w Dubaju, raczej nie przebiegnie pomyślnie.

Mimo, że od czasu opisanego przez Fouriera zjawiska efektu cieplarnianego minęło już blisko 200 lat, konkretne działania mające na celu redukcję emisji gazów cieplarnianych podejmowane są dopiero od około 30 lat. Ludzkość potrzebowała dużo czasu aby określić globalny cel klimatyczny określony w tzw. Porozumieniu Paryskim (2015). Jest nim zatrzymanie wzrostu średniej temperatury do końca obecnego stulecia na poziomie dużo poniżej 2°C względem poziomu sprzed ery przemysłowej (określanej jako przedział lat 1850-1900), a najlepiej ograniczenie jej wzrostu do 1,5°C. Porozumienie Paryskie, przynajmniej w Unii Europejskiej, jest motorem napędowym aktualnie podejmowanych działań mających na celu walkę z globalnym ociepleniem. Jednak niezależnie od usilnych starań pojedynczych państw, brak wspólnych ogólnoswiatowych działań na rzecz ochrony klimatu powoduje niestety, że globalna emisja gazów cieplarnianych (a wraz z nią średnia temperatura) rośnie nadal.



Rys. 2. Całkowita antropogeniczna emisja gazów cieplarnianych netto, 1990–2022 [8]

Fig. 2. Total net anthropogenic GHG emissions, 1990–2022 [8]

## Literatura

- [1] Fourier J., *Remarques Générales Sur Les Températures Du Globe Terrestre Et Des Espaces Planétaires*, *Annales de Chimie et de Physique*, 27, 1824
- [2] Tyndall J., *On the Absorption and Radiation of Heat by Gases and Vapours, and on the Physical Connexion of Radiation, Absorption, and Conduction*, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, Vol. 151, 1861
- [3] Arrhenius S., *On the Influence of Carbonic Acid in the Air upon the Temperature of the Ground*, *Philosophical Magazine and Journal of Science* 41, 1896
- [4] Callendar G. S., *The artificial production of carbon dioxide and its influence on temperature*, *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 64, 1938
- [5] Broecker W. S., *Climatic Change: Are We on the Brink of a Pronounced Global Warming?*, *Science* 189, 1975
- [6] <https://wmo.int/news/media-centre/earth-had-hottest-three-month-period-record-unprecedented-sea-surface-temperatures-and-much-extreme>
- [7] <https://wmo.int/news/media-centre/past-eight-years-confirmed-be-eight-warmest-record>
- [8] United Nations Environment Programme. *Emissions Gap Report 2023: Broken Record – Temperatures hit new highs, yet world fails to cut emissions (again)*, Nairobi, 2023