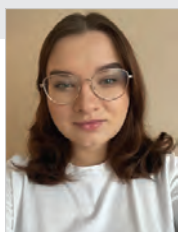


**dr inż. SYLWIA SZCZĘŚNIAK**

ORCID ID: 0000-0003-4358-0263
Katedra Klimatyzacji, Ogrzewnictwa,
Gazownictwa i Ochrony Powietrza
Politechnika Wrocławska
Osoba do kontaktu
sylwia.szczesniak@pwr.edu.pl

**mgr inż. ŁUKASZ STEFANIAK**

ORCID ID: 0000-0002-0291-1575
Katedra Klimatyzacji, Ogrzewnictwa,
Gazownictwa i Ochrony Powietrza
Politechnika Wrocławska

**mgr inż. AGNIESZKA GRABKA**

ORCID ID: 0009-0001-4781-5050
Katedra Klimatyzacji, Ogrzewnictwa,
Gazownictwa i Ochrony Powietrza
Politechnika Wrocławska

**MAJA WOCHNIAK**

Katedra Klimatyzacji, Ogrzewnictwa,
Gazownictwa i Ochrony Powietrza
Politechnika Wrocławska
studentka, Koło Naukowe Energy Loop

**WERONIKA ŻYTA**

Katedra Klimatyzacji, Ogrzewnictwa,
Gazownictwa i Ochrony Powietrza
Politechnika Wrocławska
studentka, Koło Naukowe Energy Loop

Tysiąclecie zmian klimatu – od naturalnych cykli po wpływ przemysłu

A Millennium of Climate Change – From Natural Cycles to Industrial Impacts

Słowa kluczowe: globalne ocieplenie, rozwój gospodarczy, efekt cieplarniany, historia ludzkości, HVAC

Streszczenie

W artykule przedstawiono analizę zmian klimatu, jakie zachodziły w ciągu ostatniego tysiąclecia. Uwzględniono zarówno czynniki naturalne, jak i antropogeniczne (bezpośrednio związane z działalnością człowieka) wpływające na zmienność globalnej temperatury. Podkreślono kluczowe okresy klimatyczne, takie jak Średniowieczny Okres Ciepły i Mała Epoka Lodowcowa, wskazując ich lokalne i globalne skutki dla ekosystemów oraz rozwoju cywilizacji. W artykule wskazano na rolę rewolucji przemysłowej, która zapoczątkowała gwałtowny wzrost emisji gazów cieplarnianych (CO_2 , CH_4 , N_2O), który wynika z rozwoju przemysłu ściśle zależnego od spalania paliw kopalnych. Szczególną uwagę poświęcono roli gazów cieplarnianych (GHG) oraz pyłów zawieszonych (PM) w procesach klimatycznych. Wskazano, jak gazy cieplarniane wpływają na długoterminowe zmiany klimatu, podczas gdy pyły zawieszone mogą wywoływać krótkoterminowe zmiany w bilansie energetycznym atmosfery oraz jakości powietrza. Autorzy spróbowali poddać analizie interakcje między czynnikami wpływającymi na zmiany, ukazując ich wpływ na klimat lokalny i globalny. Wskazano również na rolę sektora LULUCF (Użytkowanie Gruntów, Zmiana Użytkowania Gruntów i Leśnictwo) w możliwości obniżania emisji dwutlenku węgla, wskazując jego znaczenie w ograniczaniu

Key words: global warming, economic development, greenhouse effect, human history, HVAC

Abstract

This article presents an analysis of climate change over the last millennium. It considers both natural and anthropogenic factors (directly related to human activities) that have influenced global temperature variability. Key climatic periods, including the Medieval Warm Period and the Little Ice Age, are highlighted with regard to their local and global effects on ecosystems and the development of civilisation. The article indicates that the Industrial Revolution initiated a sharp increase in greenhouse gas emissions (CO_2 , CH_4 , N_2O) resulting from the development of industries closely dependent on the burning of fossil fuels. The role of greenhouse gases (GHG) and particulate matter (PM) in climate processes is also examined. The study demonstrated that greenhouse gases influence long-term climate change, while particulate matter can result in short-term fluctuations in the energy balance of the atmosphere and air quality. The authors have attempted to analyse the interactions between the drivers of change, showing their impact on local and global climate. The text continues to highlight the potential of the LULUCF (Land Use Land Use Change and Forestry) sector to reduce carbon emissions, underscoring its significance in curbing greenhouse gas emissions. The authors also present the impact of volcanic eruptions, which cause temporary cooling of

emisji gazów cieplarnianych. Autorzy przedstawiają także wpływ erupcji wulkanicznych, które powodują tymczasowe ochłodzenie klimatu w wyniku emisji aerozoli do atmosfery. Wyjaśniono potrzebę podjęcia działań adaptacyjnych i łagodzących, takich jak redukcja emisji, zrównoważone zarządzanie gruntami oraz podnoszenie świadomości społecznej. Artykuł konkluduje, że skuteczna walka ze zmianami klimatu wymaga zintegrowanych strategii obejmujących rozwiązania technologiczne i ekologiczne ale także, i przede wszystkim społeczne.

the climate as a result of aerosol emissions into the atmosphere. The necessity for adaptation and mitigation measures, including emission reductions, sustainable land management, and public awareness, is elucidated. The article concludes that effectively combating climate change requires integrated strategies involving technological and environmental solutions, as well as, and above all, social solutions.

© 2006-2025 Wydawnictwo SIGMA-NOT Sp. z o.o.
All right reserved

1. Wstęp

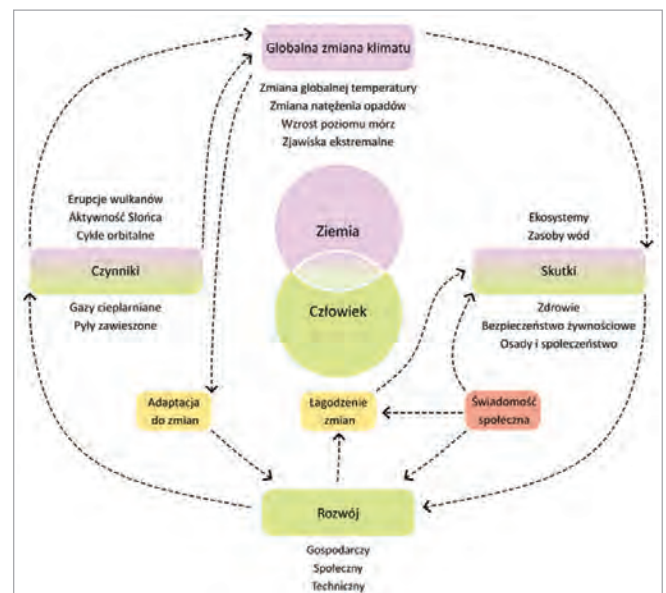
Zmiany klimatu są jednym z najważniejszych wyzwań, przed którymi stoi współczesne społeczeństwo. W ciągu ostatniego tysiąclecia klimat Ziemi uległ znacznym transformacjom. Możemy wyróżnić okresy takie jak Mała Epoka Lodowcowa czy Średniowieczny Okres Ciepła, które charakteryzowały się okresowym wzrostem lub spadkiem temperatury w Europie i Ameryce Północnej. Spowodowane one były zarówno przez procesy naturalne (wymuszenie naturalne) jak i działalność człowieka (wymuszenie antropogeniczne) [35]. Ich zrozumienie może być kluczowe do opracowania skutecznych strategii łagodzenia zmian klimatu. Na rysunku 1 schematycznie przedstawiono zależności związane z globalną zmianą klimatu, pokazując, jak czynniki, takie jak działalność człowieka (np. emisja gazów cieplarnianych, wylesianie) oraz procesy naturalne, przyczyniają się do zmian klimatycznych, które z kolei prowadzą do licznych skutków, takich jak ekstremalne zjawiska pogodowe czy degradacja środowiska. Centralnym elementem jest interakcja między człowiekiem a Ziemią, gdzie człowiek wpływa na klimat i jednocześnie doświadcza jego konsekwencji. W odpowiedzi na globalne zmiany klimatyczne podejmowane są działania, takie jak adaptacja do zmian (np. częstsze stosowanie urządzeń chłodniczych) oraz łagodzenie ich skutków (np. redukcja emisji). Kluczowe znaczenie ma świadomość społeczna, która wspiera te działania, a także zrównoważony rozwój, będący istotnym elementem długoterminowego przeciwdziałania skutkom zmian klimatycznych. Całość podkreśla współzależność między przyczynami, skutkami i reakcjami na globalne zmiany klimatyczne.

Na rysunku 2 przedstawiono zmiany globalnej temperatury średniej w latach 900-1800, na podstawie różnych czynników klimatycznych symulowane za pomocą modelu CESM1-CAM5 LME. Wykres po lewej pokazuje wpływ poszczególnych wymuszeń (np. wulkaniczne, solarne, gazów cieplarnianych, orbitalne, zmiany użytkowania ziemi), a także ich kombinację (wszystkie wymuszenia razem). Po prawej znajdują się wykresy pudełkowe dla każdego czynnika, ukazujące ich wkład w zmienność temperatury. Największe wpływy wykazują wymuszenia wulkaniczne (kolor czerwony). Warto zwrócić uwagę, że wpływ gazów cieplarnianych jest jednym z niższych spośród innych czynników wymuszających. Oba rysunki obrazują jak szeroki jest zakres czynników naturalnych i antropogenicznych mających wpływ na to, co się dzieje obecnie i co może się dzieć w przyszłości z klimatem na Ziemi oraz w poszczególnych jej obszarach.

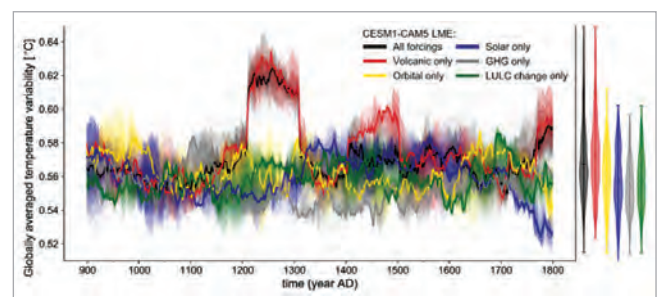
Zarówno czynniki antropogeniczne, jak i naturalne odgrywają ważną rolę w procesach transformacji, wpływając zarówno na lokalne, jak i globalne zmiany klimatu [36] tak, że każdy etap historii ludzkości stanowił krok ku obecnym

zmianom. Historia pokazuje, że rozwój cywilizacji pociągający za sobą wzrost emisji gazów cieplarnianych, zwłaszcza dwutlenku węgla (CO_2), metanu (CH_4) oraz podtlenku azotu (N_2O) miał niebagatelny wpływ na naszą planetę [37].

W czasach rewolucji przemysłowej (XVIII-XIX wiek), masowe spalanie węgla w fabrykach i w transporcie zaczęło uwalniać do atmosfery ogromne ilości CO_2 oraz pyłów. XX wiek to okres kontynuacji zwiększonej eksploatacji



Rys. 1. Schematyczna struktura oddziaływania Człowiek-Ziemia [8]
Fig. 1. Schematic framework of the Earth-Man interaction to Climate change [8]



Rys. 2. Globalna średnia zmienność temperatury z wyszczególnieniem czynników wymuszających (czarny – wszystkie wymuszenia, czerwony – wymuszenia wulkaniczne, żółty – wymuszenia cykli orbitalnych, niebieskie – wymuszenia słoneczne, szare – wymuszenia związane z gazami cieplarnianymi, zielone – wymuszenia związane z użytkowaniem gruntów) [27]

Fig. 2. Global mean temperature variability with forcing factors (black – all forcings, red – volcanic forcings, yellow – orbital cycle forcings, blue – solar forcings, gray – greenhouse gas forcings, green – land use forcings [27])

paliw kopalnych a tym samym zwiększonej emisji zanieczyszczeń mających bezpośredni lub pośredni wpływ na zmiany klimatu.

Ze zwiększoną emisją pyłów związane są także działania wojenne, w czasie których w wyniku m.in. używania pocisków rakietowych i artyleryjskich emitowane są duże ilości zanieczyszczeń [2], [12], [33].

2. Cel

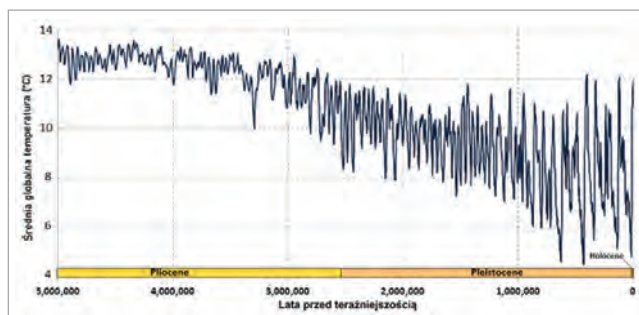
Celem artykułu jest przedstawienie zmian klimatu, które miały miejsce w ciągu ostatniego tysiąclecia oraz ich analiza dotycząca bezpośredniego wpływu człowieka na obecne zmiany. Szczególną uwagę skierowano na zanieczyszczenia pyłowe (PM) i gazy cieplarniane (GHG) oraz na ich interakcje, które mają wpływ na naszą planetę.

3. Kontekst historyczny

Według hipotezy naukowej błękitna planeta – Ziemia ma ok. 4,54 mld lat. Jest to wciąż tylko hipoteza, ponieważ nie zachowały się żadne pozostałości z początków jej istnienia lub jeszcze nikt ich nie odkrył. Ziemia podlega nieustannym przemianom, w wyniku których najstarsze skały ulegają zniszczeniu, co wyjaśnia trudności ze znalezieniem fizycznego potwierdzenia wieku Ziemi. Ciepło, które wydobywa się z wnętrza planety powoduje przetapianie materii, a z kolei proces przemieszczania kontynentów niszczy skorupę oceanów. Od strony zewnętrznej na naszą planetę wpływa atmosfera, która powoduje erozję i wietrzenie skał powierzchniowych. W związku ze zmianami zachodzącymi stale m.in. na Ziemi oraz na Słońcu pojawiają się także zmiany klimatu, które można zaobserwować analizując historyczny przebieg np. średniej globalnej temperatury naszej planety. Aby określić zmienność parametrów klimatu dla różnych okresów czasowych wykorzystuje się dostępne dane bezpośrednie (czasy nowożytne od kiedy zapisywane są wartości np. temperatury, opadów itp.) lub pośrednie dane meteorologiczne (informacje o zlodowaceniach, okresach zbiorów, okresach susz itd.). Najczęściej jednak, dla odległej historii, wykorzystuje się wskaźniki pośrednie (wzajemne stężenie wapnia i magnezu absorbowanego przez organizmy wodne, bąbelki powietrza uwięzionych w rdzeniach lodowych, osadów ze stref wybrzeża, wzajemne stężenie stabilnych izotopów tlenu).

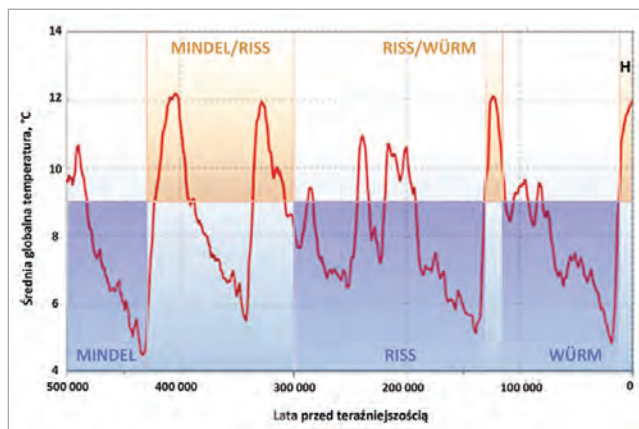
Na rysunku 3 przedstawiono globalną temperaturę Ziemi w ostatnich 5 mln lat ustaloną na podstawie stabilnego izotopu tlenu $d^{18}O$. Izotop ten wykorzystuje się do pomiaru globalnej objętości lodu i temperatury głębokiego oceanu. Na rysunku zaznaczono także epoki geologiczne. Na wykresie wyraźnie zaznacza się okresowa zmienność temperatury. Wyraźnie też widać wzrost wahań wartości minimalnych i maksymalnych, których początki sięgają ok. 3 mln lat, a które osiągały maksymalne wartości w końcowym okresie Plejstocenu zwanego epoką lodowcową. Występowały w nim, co pokazano na rys. 3 cykliczne duże różnice globalnej temperatury powodujące zmiany klimatu. Przemienne pojawiały się okresy zimne – zlodowacenia (glacjały) i okresy ciepłe (interglacjały). Tą zmienność okresów chłodu i ciepła przedstawiono na rys. 4.

W okresie starożytności (od ok. 3500-3000 p.n.e. do upadku Cesarstwa Zachodniorzymskiego w 476 roku n.e.) klimat ulegał naturalnym wahaniom spowodowanym zmianami



Rys. 3. Średnia globalna temperatura ziemi obliczona na podstawie izotopu $d^{18}O$ [25]

Fig. 3. Average global earth temperature calculated from isotope $d^{18}O$ [25]



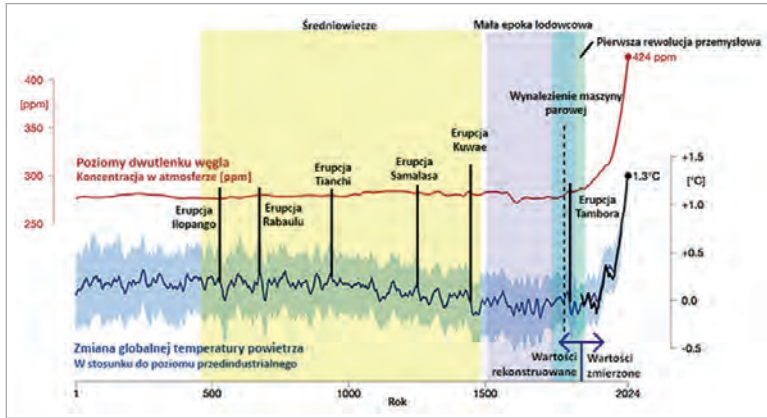
Rys. 4. Okresy zlodowaceń (glacjały – kolor niebieski) i ociepleń (interglacjały – kolor pomarańczowy) dla ostatnich 500 tysięcy lat z nałożoną średnią globalną temperaturą (czerwona linia) (opracowanie własne) [5]

aktywności słonecznej, erupcjami wulkanów oraz cyklami orbitalnymi. Skutkowało to zmianami temperatury oraz opadów, co zakłócało osadnictwo i rolnictwo, a zatem w pewnych okresach spowalniało rozwój cywilizacji. W III i II tysiącleciu p.n.e. trwał okres ciepły – w regionach Bliskiego Wschodu oraz we wschodniej części Morza Śródziemnego był ciepły i stabilny klimat, który zapewniał obfite plony i sprzyjał rozwojowi cywilizacji starożytnych Egipcjan, Sumerów, Akadyjczyków czy Babilończyków.

Bardzo szeroki zakres czasowy wydaje się być zbyt odległy i często traktowany jest jako okres tylko częściowo potwierdzony. Obecnie społeczeństwa skupiają się na obserwowanych zmianach klimatu, które rozpoczęły się mniej więcej od rewolucji przemysłowej. Zmiany globalnej temperatury z okresu ostatnich 2024 lat przedstawiono na rys. 5.

Zmiany klimatu sprzed ok. 2000 lat, niegdyś uważane były za globalne. Obecnie, są jednak postrzegane jako lokalne zmiany w poszczególnych regionach. Przykładem tego jest okres tzw. zimnych wieków ciemnych, szacowany na okres od 400 do 800 r. n.e., który charakteryzował się niższą temperaturą. Różniły się one jednak znacznie w poszczególnych regionach. Ocean Spokojny ochłodził się bardziej niż Europa, w której odnotowano klimat zimny, ale i wilgotny, a jednocześnie zaobserwowano ocieplenie na obszarze Grenlandii [17].

Średniowieczny okres ciepły był okresem od około 900 r. n.e. do 1300 r. n.e. gdzie średnia temperatura zdecydowanie



Rys. 5. Globalna zmiana temperatury na przestrzeni ostatnich 2024 lat (1-2024 r.) [16]

Fig. 5. Global temperature change over the last 2024 years [16]

przewyższała tamtejsze wartości standardowe [19]. Skutki tego ocieplenia były szczególnie widoczne w Europie, gdzie kwitły uprawy zbóż, wzrastały linie drzew oraz powstało wiele nowych miast [13]. Wikingowie wykorzystali poprawę warunków klimatycznych do skolonizowania Grenlandii. Winogrona można było uprawiać w państwach tak daleko wysuniętych na północ jak Anglia, gdzie obecnie nie jest to możliwe. Obecnie, na obszarze Niemiec winogrona uprawiane są skutecznie do wysokości około 560 m n.p.m. W okresie od 1100 r. n.e. do 1300 r. n.e. mogły być skutecznie uprawiane do wysokości nawet 780 m n.p.m. Potwierdza to występowanie wyższych wartości temperatury globalnej występujących w tamtym okresie.

Po średniowiecznym ciepłym okresie dobrobytu nastąpiła tzw. mała epoka lodowcowa. Był to okres trwający mniej więcej od XIV do połowy XIX wieku. Charakteryzuje się on znacznym ochłodzeniem klimatu na całym świecie, ale jego skutki były szczególnie widoczne w Europie i Ameryce Północnej. W tym czasie zaobserwowano wydłużenie sezonów zimowych, częstsze i silniejsze fale mrozów oraz intensywniejsze opady śniegu [38]. Ochłodzenie wpłynęło na zasięg lodowców. Zaczęły się one ponownie rozrastać, szczególnie w Alpach, gdzie osiągnęły najwyższe wysokości od kilku tysięcy lat [15].

Zmiany klimatu miały wówczas poważne konsekwencje dla rolnictwa. Sezon wegetacyjny uległ skróceniu, co doprowadziło do spadku plonów i powtarzających się klęsk głodu. W niektórych regionach, takich jak Islandia czy Norwegia, chłodniejsze warunki ograniczyły możliwości zamieszkiwania na wyżej położonych terenach. Wraz z ochłodzeniem klimat stał się bardziej zmienny, a ekstremalne zjawiska pogodowe, takie jak gwałtowne sztormy czy długotrwałe susze, występowały częściej.

W tym czasie wiele rzek, a nawet mórz regularnie zamarzało zimą. Dla przykładu, zamarzająca w Londynie Tamiza, pozwalała na organizację jarmarków na lodzie [26]. Z kolei zamarzający Bałtyk, pozwolił na przejście wojsk Szwedzkich w trakcie Potopu Szwedzkiego przez cieśniny Mały Belt i Duży Belt [24].

Warto też zwrócić uwagę na erupcje wulkanów, które zostały zaznaczone na rys. 5. Każda z nich powodowała znaczną emisję pyłów i przez to znaczący spadek temperatury, po którym następował powrót do wartości sprzed erupcji. Wybuchy wulkanów mają znaczący wpływ na klimat Ziemi, szczególnie wtedy, gdy są wystarczająco silne, aby wyrzucić ogromne ilości gazów i cząstek stałych do stratosfery.

Emitują wówczas dwutlenek siarki (SO_2), który w atmosferze przekształca się w aerozole siarczanowe. Te drobne cząsteczki odbijają promieniowanie słoneczne, prowadząc do globalnego ochłodzenia, znanego jako „zimny wulkaniczny” [32]. Efekty takie mogą trwać od kilku miesięcy do kilku lat, w zależności od skali erupcji oraz ilości i rodzaju wyrzuconych substancji [11]. Jednym z najlepiej udokumentowanych przykładów tego mechanizmu była seria erupcji w okresie Małej Epoki Lodowcowej, która dodatkowo wzmacniała naturalne ochłodzenie klimatu. Do największej erupcji wulkanicznej wulkanu Tambora doszło w 1815 roku na wyspie Sumbawa w Indonezji. Wydarzenie to spowodowało ochłodzenie klimatu i załamanie aury pogodowej [31]. Popiół wyrzucony w atmosferę rozprzestrzenił się przez wiatr po różnych kierunkach globu. W Europie czy też Ameryce Północnej rok 1815 był uważany za najwilgotniejszy i najzimniejszy od początku rejestrowania prognozy pogody.

Najsilniej skutki erupcji odczuła zachodnia Kanada i Nowa Anglia, gdzie w kolejnym roku zanotowano tragiczny bilans plonów rolnych. W Szwajcarii nastąpiła klęska głodowa natomiast same cząsteczki pyłu utrzymywały się w stratosferze przez kolejnych kilka lat zakłócając cykl pór roku [4].

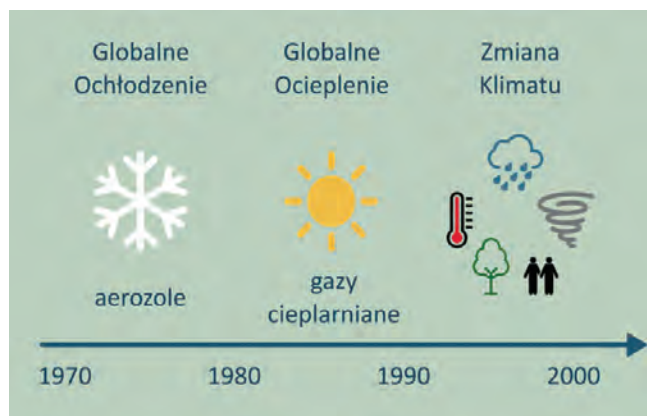
Redukcja promieniowania słonecznego pochodząca z wulkanicznych aerozoli była związana z występowaniem długotrwałych chłodniejszych sezonów i zaburzeń w cyklach pogodowych na całym świecie [9]. Erupcje wulkaniczne nie tylko wpływają na temperatury, ale także na wzorce opadów i cyrkulację atmosferyczną. W wyniku takich wydarzeń obserwuje się przesunięcia monsunów oraz spadek intensywności opadów w niektórych regionach, co wpływa na dostępność wody i plony rolnicze. Jednocześnie niektóre obszary mogą doświadczać bardziej intensywnych opadów, prowadzących do powodzi i innych katastrof naturalnych. Globalne konsekwencje wulkanicznych zim obejmują zmiany w produkcji żywności, migracje ludności oraz kryzysy gospodarcze i społeczne [34].

4. Wiedza współczesna

W XX wieku naukowcy zaczęli zwracać uwagę na zmiany klimatu, obserwując zarówno okresy ochłodzenia, jak i ocieplenia. W latach 70. XX wieku część badaczy sugerowała, że Ziemia może wkraczać w okres globalnego ochłodzenia. Hipoteza ta była oparta na obserwacjach spadku temperatur od lat 40. XX wieku oraz wzrastającej ilości aerozoli w atmosferze, które mogłyby odbijać promieniowanie słoneczne i prowadzić do ochłodzenia klimatu [1], [30].

Jednak wraz z postępem badań i rozwojem technologii pomiarowych, naukowcy zaczęli dostrzegać długoterminowy trend globalnego ocieplenia. Od lat 80. XX wieku dominującą teorią stało się globalne ocieplenie spowodowane wzrostem stężenia gazów cieplarnianych, takich jak: dwutlenek węgla (CO_2), metan (CH_4) i podtlenek azotu (N_2O), emitowanych głównie przez działalność przemysłową i spalanie paliw kopalnych [20].

W miarę jak dowody na ocieplenie klimatu stawały się coraz bardziej przekonujące, termin „zmiana klimatu” zaczął zyskiwać na popularności. Wyrażenie to lepiej oddaje złożoność procesów klimatycznych i obejmuje nie tylko wzrost



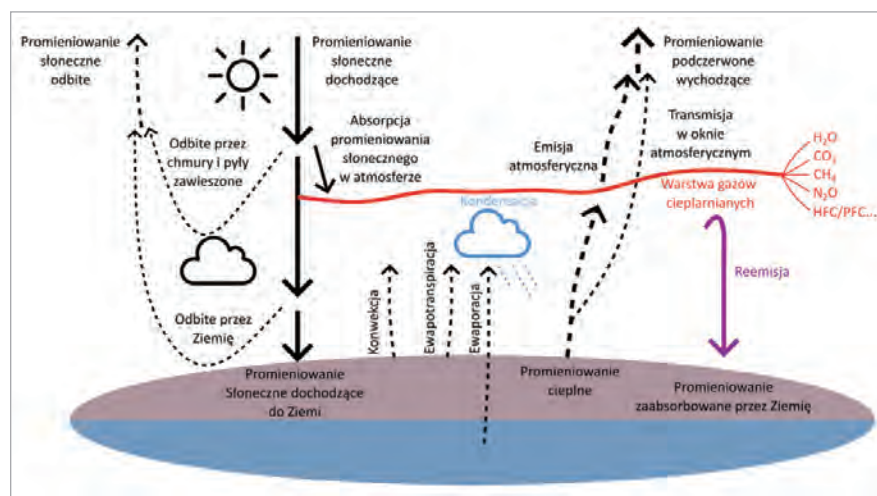
Rys. 6. Ewolucja podejścia do zmian klimatycznych (źródło: opracowanie własne)

Fig. 6. Evolution of the approach to climate change (source: own study)

temperatury, ale także zmiany wzorców opadów, częstotliwości ekstremalnych zjawisk pogodowych oraz wpływ na ekosystemy i społeczeństwa. Termin „zmiana klimatu” jest używany przez Międzyrządowy Zespół ds. Zmian Klimatu (IPCC) i odzwierciedla szeroki zakres wpływów antropogenicznych na system klimatyczny Ziemi [21]. Zmianę podejścia do obserwowanej sytuacji klimatycznej na przestrzeni ostatnich lat przedstawiono na rys. 6.

5. Efekt cieplarniany

Atmosfera Ziemi składa się głównie z azotu, tlenu i argonu oraz z gazów cieplarnianych takich jak: para wodna H_2O , dwutlenek węgla CO_2 , metan CH_4 czy podtlenek azotu N_2O . Przepuszczają one promieniowanie emitowane przez Słońce, a pochłaniają promieniowanie emitowane z powierzchni Ziemi, która jest rozgrzana w wyniku pochłaniania promieniowania słonecznego. Wzrost stężenia gazów cieplarnianych w atmosferze nie zmienia ilości promieniowania słonecznego docierającego do powierzchni Ziemi, ale niestety znacznie utrudnia odprowadzenie poza atmosferę promieniowania podczerwonego emitowanego przez powierzchnię Ziemi. W rezultacie Ziemia wypromiowuje mniej energii niż pochłania ze Słońca. Powoduje to kumulowanie



Rys. 7. Schemat wymiany ciepła między Ziemią i jej atmosferą a otoczeniem (źródło: opracowanie własne)

Fig. 7 Scheme of thermal energy exchange between the Earth and its atmosphere and the surroundings (source: own study)

się ciepła w ziemskim systemie klimatycznym, szczególnie w dużych zbiornikach wodnych – oceanach. Gazy cieplarniane wpływają też na parowanie wody i opady, co prowadzi do zmian w dostępności wody oraz wpływa bezpośrednio na rolnictwo i bezpieczeństwo żywnościowe. Kumulacja ciepła wpływająca na globalne i lokalne zmiany klimatu nazwana została efektem cieplarnianym. Sam efekt cieplarniany nie jest czymś niepożądanym i istnieje od wieków. Niepożądanym zjawiskiem jest zmieszanie masy gazów cieplarnianych w atmosferze powodujące stały wzrost ograniczenia możliwości wyemitowania ciepła poza atmosferę co powoduje coraz większe ogrzewanie naszej planety. Na rysunku 7 przedstawiono wymianę ciepła między Ziemią i jej otoczeniem. Ziemia otrzymuje – ale i oddaje ciepło. W rezultacie tego bilansu ustala się temperatura powietrza na Ziemi.

6. Gazy cieplarniane – podział

Poza rozumieniem zjawiska efektu cieplarnianego, istotne jest, aby zapoznać się z charakterystyką gazów cieplarnianych oraz ich źródłami. Uszczegółowiając informacje o warstwie gazów cieplarnianych, poniżej przedstawiono krótką charakterystykę tych, które występują najczęściej.

• Para wodna (H_2O)

Para wodna jest najważniejszym naturalnym gazem cieplarnianym, choć jej koncentracja w atmosferze nie jest bezpośrednio kontrolowana przez działalność człowieka. Wzrost globalnej temperatury, spowodowany emisjami innych gazów cieplarnianych, zwiększa ilość pary wodnej w atmosferze, co potęguje efekt cieplarniany. Jest to przykład dodatniego sprzężenia zwrotnego – wyższa temperatura powoduje większe parowanie, co prowadzi do większego zatrzymywania ciepła w atmosferze. Para wodna pozostaje w atmosferze przez krótki czas (kilka godzin do kilku dni), ponieważ ulega szybkiemu skraplaniu i opadom.

• Dwutlenek węgla (CO_2)

Dwutlenek węgla jest głównym antropogenicznym gazem cieplarnianym, emitowanym głównie w wyniku spalania paliw kopalnych, procesów przemysłowych oraz wylesiania. Drzewa i rośliny absorbują CO_2 w procesie fotosyntezy, co

czyni lasy ważnym narzędziem w ograniczaniu jego koncentracji w atmosferze. CO_2 pozostaje w atmosferze przez setki lat, co sprawia, że jego wpływ na efekt cieplarniany jest długoterminowy. Obecnie do wyznaczania efektu cieplarnianego stosuje się wskaźniki porównujące efekt cieplarniany poszczególnych gazów cieplarnianych w odniesieniu właśnie do CO_2 . Określany jest tzw. ekwiwalent emisji CO_2 do atmosfery.

• Metan (CH_4)

Metan to gaz cieplarniany o znacznie większym potencjale cieplarnianym (GWP) niż dwutlenek węgla – około 25 razy większym w skali 100 lat. Emitowany jest zarówno naturalnie, jak i w wyniku działalności człowieka, m.in. w rolnictwie (procesy trawienia u przeżuwaczy, przechowywanie

obornika), wydobyciu paliw kopalnych oraz z mokradel. Metan utrzymuje się w atmosferze około 12 lat, co oznacza, że jego czas oddziaływania jest krótszy niż CO₂, ale jego zdolność do zatrzymywania ciepła jest znacznie większa.

• Podtlenek azotu (N₂O)

Podtlenek azotu ma aż 298 razy większy potencjał cieplarniany niż CO₂ i pozostaje w atmosferze przez około 100 lat. Jego głównym źródłem emisji jest rolnictwo, szczególnie stosowanie nawozów azotowych, które prowadzą do mikrobiologicznych procesów uwalniania N₂O z gleby. Inne źródła to spalanie paliw kopalnych i procesy przemysłowe. N₂O nie tylko przyczynia się do efektu cieplarnianego, ale również wpływa na degradację warstwy ozonowej.

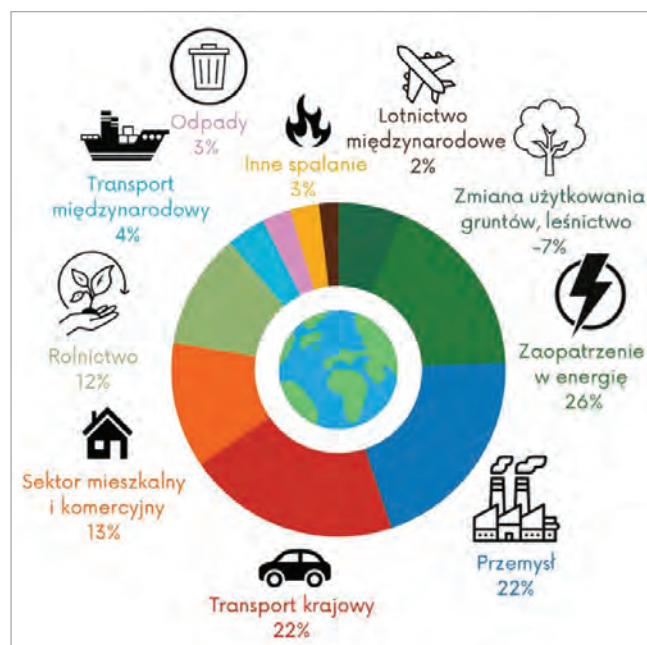
• Gazy fluorowane (HFC, PFC)

Gazy fluorowane, takie jak HFC (hydrofluorowęglowodory), PFC (perfluorowęglowodory) i SF₆ (sześciowodor fluorowany), są syntetyczne i wykorzystywane w przemyśle, np. w chłodnictwie, elektronice czy energetyce. Mają bardzo wysoki potencjał cieplarniany – niektóre z nich są tysiące razy bardziej efektywne w zatrzymywaniu ciepła niż CO₂. Ponadto mogą pozostawać w atmosferze przez setki lub tysiące lat, co czyni je szczególnie problematycznymi dla klimatu.

Źródła antropogeniczne gazów cieplarnianych przedstawiono na rys. 8. Największą emisję można zaobserwować w sektorze zaopatrzenia w energię (26%), przemysłu (22%) i transportu krajowego (22%). Warto pamiętać, że emisje w danej ilości, w zależności od GWP będą z różną intensywnością wpływać na naszą atmosferę.

• Pyły zawieszone

Interakcje między pyłami zawieszonymi (PM) a gazami cieplarnianymi (GHG) są złożone i wynikają z ich współwystępowania. Różnią się też w oddziaływaniu na środowisko. Emitery pyłów zawieszonych (np. elektrownie,



Rys. 8. Udziały poszczególnych sektorów gospodarki w emisji gazów cieplarnianych [6]

Fig. 8. Shares of individual economic sectors in greenhouse gas emissions [6]

elektrociepłownie itp.), jednocześnie emitują także gazy cieplarniane, w tym dwutlenek węgla (CO₂).

Dlatego ograniczenie emisji pyłów zawieszonych często wiąże się z redukcją emisji gazów cieplarnianych, co ma pozytywny wpływ na klimat. Jednak istnieje istotna różnica między nimi — Gazy cieplarniane często mają długotrwały wpływ na globalne ocieplenie, ze względu na ich długi czas rozpadu. Pyły zawieszone natomiast mają znacznie krótszy czas życia w atmosferze, co oznacza, że ich redukcja przynosi szybsze korzyści, szczególnie w zakresie poprawy jakości powietrza i zdrowia publicznego [29], [39], jak i w zakresie ograniczania emisji ciepła poza atmosferę.

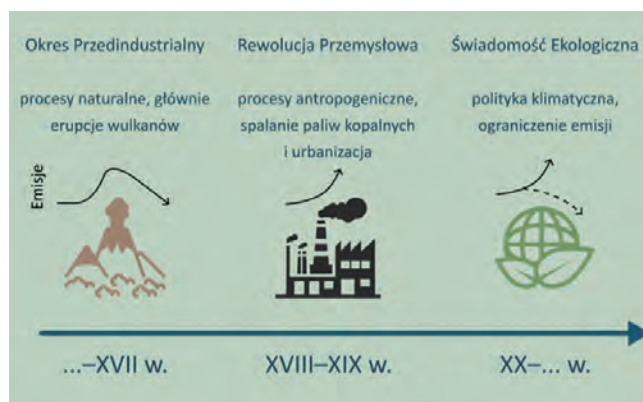
Pyły zawieszone obecnie dzieli się na trzy frakcje w zależności od wielkości cząstek i ich wpływu na organizm ludzki: i są to PM₁, PM_{2,5} i PM₁₀.

Pyły PM₁ to cząstki mniejsze niż 1 μm są najbardziej niebezpieczne dla zdrowia, ponieważ ich drobne rozmiary umożliwiają przenikanie przez pęcherzyki płucne bezpośrednio do krwiobiegu. Zostały powiązane z chorobami układu oddechowego, sercowo-naczyniowego oraz zaburzeniami rozwojowymi u dzieci [18].

Pyły PM_{2,5}: Cząstki o średnicy mniejszej niż 2,5 μm również mogą przenikać do krwiobiegu. Są one odpowiedzialne za osłabienie funkcji układu oddechowego, zaburzenia rytmu serca oraz inne choroby układu sercowo-naczyniowego. Według Światowej Organizacji Zdrowia (WHO), długotrwałe narażenie na PM_{2,5} prowadzi do ponad 7 milionów zgonów rocznie. WHO ustaliła normy średniego dobowego stężenia PM_{2,5} na poziomie 15 μg/m³, a roczne na 5 μg/m³ [3].

Pyły PM₁₀: Pyły o średnicy mniejszej niż 10 μm są nośnikami szkodliwych substancji, takich jak benzopireny, furany czy dioksyne. Mogą prowadzić do zaostrzenia objawów astmy, ataków kaszlu, a także zwiększać ryzyko zawałów serca i udarów mózgu. WHO ustaliła normy średniego dobowego stężenia PM₁₀ na 45 μg/m³, a roczne na 15 μg/m³ [23].

Niezależnie od rozmiaru, pyły zawieszone mają zdolność zarówno odbijania, jak i absorpcji promieniowania słonecznego, co bezpośrednio wpływa na bilans energetyczny atmosfery [10]. Cząstki jasne (np. siarczany) odbijają promieniowanie słoneczne, co prowadzi do efektu chłodzenia atmosfery. Cząstki ciemne (np. sadza) absorbują ciepło, zwiększając lokalną temperaturę atmosfery. Pełnią one również funkcję jąder kondensacji pary wodnej, co wpływa na tworzenie się chmur i intensywność opadów. Wzrost stężenia pyłów w atmosferze może skutkować większą



Rys. 9. Źródła emisji oraz podejście do emisji PM z podziałem na okresy (źródło: opracowanie własne)

Fig. 9. Emission sources and approach to PM emissions by period. Source (own study)

wysokością chmur, co prowadzi do bardziej intensywnych zjawisk pogodowych, powodzi, podtopień i innych. Na rysunku 9 przedstawiono okresy w historii współczesnej, które były charakterystyczne pod względem emisji pyłów do atmosfery.

• Sektor LULUCF

LULUCF jest to użytkowanie gruntów, zmiana użytkowania gruntów i leśnictwo (z angielskiego Land Use, Land Use Change, and Forestry). Sektor LULUCF jest często klasyfikowany jako ujemny pod względem emisji gazów cieplarnianych, ponieważ obejmuje procesy, które pochłaniają więcej dwutlenku węgla (CO_2) niż emitują. Kluczową rolę odgrywają tutaj lasy, gleby oraz inne ekosystemy, które działają jako naturalne pochłaniacze CO_2 , usuwając go z atmosfery w procesie fotosyntezy i magazynując w postaci biomasy drzew, roślin oraz materii organicznej w glebie. W całym udziale w 2022 roku LULUCF usunęła z atmosfery 236 mln ton ekwiwalentu CO_2 netto (MtCO_2e) co stanowi aż 7% z rocznych emisji gazów cieplarnianych co zostało pokazane na rys. 8. Szacuje się, że w 2023 r. usunięto 257 mln ton CO_2e . Na rysunku 10 przedstawiono wykres obrazujący zmiany w emisji CO_2 oraz zdolności wchłaniania CO_2 dla poszczególnych sektorów.

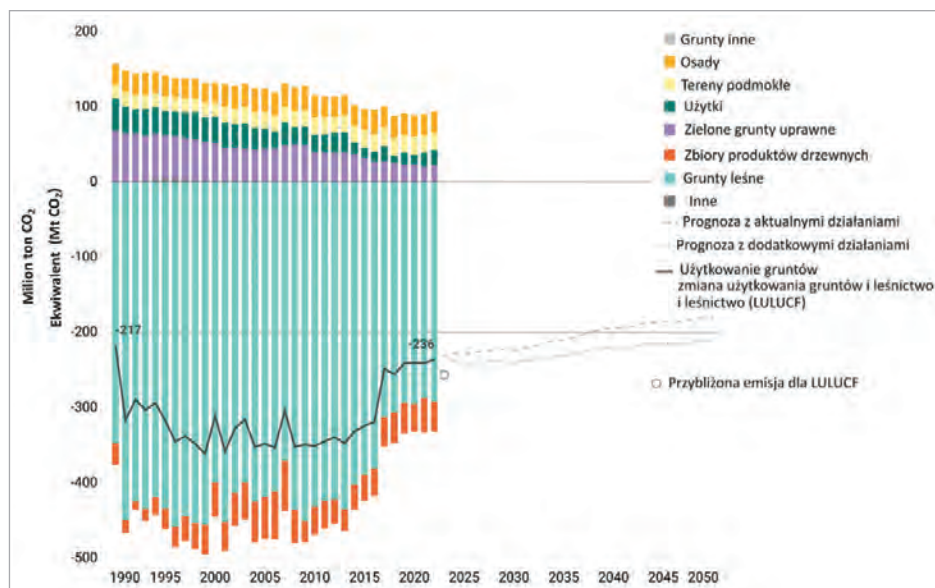
Działalność w ramach sektora LULUCF, taka jak zalesianie, odtwarzanie zdegradowanych terenów czy lepsze zarządzanie glebami, zwiększa zdolność tych ekosystemów do sekwestracji węgla, co przyczynia się do redukcji netto emisji gazów cieplarnianych. Dzięki temu sektor ten może mieć pozytywny wpływ na bilans węglowy, wspierając globalne działania na rzecz łagodzenia zmian klimatycznych [14].

Warto jednak zauważyć, że niewłaściwe zarządzanie gruntami, takie jak wylesianie, może prowadzić do uwalniania zgromadzonego CO_2 , czyniąc ten sektor źródłem emisji zamiast pochłaniaczem. Dlatego kluczowe jest zapewnienie zrównoważonych praktyk zarządzania gruntami i ochrony ekosystemów, aby w pełni wykorzystać potencjał LULUCF w łagodzeniu zmian klimatycznych [22].

Obecnie tereny porośnięte trawą zajmują od 30 do 40% powierzchni lądów i odgrywają bardzo ważną rolę we wchłanianiu dwutlenku węgla uwalnianego podczas spalania paliw kopalnych jednak, jak wskazują badania [28] część terenów porośniętych trawą może pochłaniać więcej CO_2 niż przewidywano, zaś pozostałe obszary – mniej. Niestety obecnie stosowane modele zmian klimatu jeszcze nie uwzględniają nowo uzyskanych wyników.

7. Podsumowanie

Zmiany klimatu są wynikiem skomplikowanych interakcji między czynnikami naturalnymi (np. erupcje wulkaniczne, cykle orbitalne, aktywność słoneczna), a działaniami człowieka, co sprawia, że procesy te nie są jednorodne ani liniowe.



Rys. 10. Emisje i pochłanianie w UE w sektorze LULUCF według głównej kategorii użytkowania gruntów [7]

Fig. 10. EU emissions and removals of the LULUCF sector by main land use category [7]

Od rewolucji przemysłowej wpływ człowieka na klimat (poprzez spalanie paliw kopalnych, wylesianie i urbanizację) stał się dominującym czynnikiem, prowadzącym do gwałtownego wzrostu emisji gazów cieplarnianych, co skutkuje globalnym ociepleniem oraz ekstremalnymi zjawiskami pogodowymi.

Mimo mniejszego wpływu na efekt cieplarniany, pyły zawieszone mają duże znaczenie dla jakości powietrza i zdrowia publicznego, a ich obecność wpływa również na lokalne zmiany klimatyczne poprzez modyfikację bilansu radiacyjnego.

Naturalne ekosystemy, w tym lasy i gleby, odgrywają kluczową rolę w wyłapywaniu CO_2 . Odpowiednie zarządzanie tym sektorem, takie jak zalesianie i rekultywacja, jest niezbędne dla ograniczenia emisji i złagodzenia zmian klimatycznych.

Skuteczna walka ze zmianami klimatu wymaga synergii działań na poziomie nauki, polityki, gospodarki oraz społeczeństwa. Transformacja energetyczna, modernizacja przemysłu, adaptacja do zmieniających się warunków klimatycznych oraz edukacja społeczna są kluczowe dla stworzenia bezpiecznego środowiska dla przyszłych pokoleń.

LITERATURA

- [1] Brönnimann Stefan. 2018. "Global Warming (1970–Present)." *The Palgrave Handbook of Climate History*, August. Palgrave Macmillan, London, 321–28. doi:10.1057/978-1-137-43020-5_26.
- [2] Bun Rostyslav, Gregg Marland, Tomohiro Oda, Linda See, Enrique Puliafito, Zbigniew Nahorski, Mathias Jonas, et al. 2024. "Tracking Unaccounted Greenhouse Gas Emissions Due to the War in Ukraine since 2022." *Science of The Total Environment* 914 (March). Elsevier: 169879. doi:10.1016/J.SCITOTENV.2024.169879.
- [3] Chen Rui, Bin Hu, Ying Liu, Jianxun Xu, Guosheng Yang, Diandou Xu, and Chunying Chen. 2016. "Beyond PM2.5: The Role of Ultrafine Particles on Adverse Health Effects of Air Pollution." *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – General Subjects* 1860 (12). Elsevier: 2844–55. doi:10.1016/J.BBAGEN.2016.03.019.
- [4] Clavel Damian, and Susanna B. Hecht. 2024. "Colonial Exiles: The Tambora Volcanic Explosion, Environmental History, and Swiss Im-

- migration to Nova Friburgo, Brazil, 1815–1821.” *Hispanic American Historical Review* 104 (4). Duke University Press: 551–86. doi:10.1215/00182168-11384938.
- [5] Earle Steven. 2015. *Physical Geology*. Victoria: BCampus. <https://opentextbc.ca/geology/>.
- [6] EEA. 2022. “What Are the Sources of Greenhouse Gas Emissions in the EU?” <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/maps-and-charts/what-are-the-sources-of>.
- [7] EEA. 2024. “Greenhouse Gas Emissions from Land Use, Land Use Change and Forestry in Europe.” <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/greenhouse-gas-emissions-from-land>.
- [8] Florek Piotr. 2024. “Mit: Wzrost Średnich Temperatur Na Świecie Wynika z Przyczyn Naturalnych.” <https://naukaoklimacie.pl/fakty-i-mity/https-naukaoklimacie-pl-fakty-i-mity-mit-wzrost-srednich-temperatur-na-swiecie-wynika-z-przyczyn-naturalnych-65>.
- [9] Free Melissa, and James K. Angell. 2002. “Effect of Volcanoes on the Vertical Temperature Profile in Radiosonde Data.” *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 107 (D10). John Wiley & Sons, Ltd: ACL 16-1. doi:10.1029/2001JD001128.
- [10] Fuzzi S., U. Baltensperger, K. Carslaw, S. Decesari, H. Denier Van Der Gon, M. C. Facchini, D. Fowler, et al. 2015. “Particulate Matter, Air Quality and Climate: Lessons Learned and Future Needs.” *Atmospheric Chemistry and Physics* 15 (14). Copernicus GmbH: 8217–99. doi:10.5194/ACP-15-8217-2015.
- [11] Gao Chaochao, Alan Robock, and Caspar Ammann. 2008. “Volcanic Forcing of Climate over the Past 1500 Years: An Improved Ice Core-Based Index for Climate Models.” *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 113 (D23). John Wiley & Sons, Ltd. doi:10.1029/2008JD010239.
- [12] Gilboa Mattan. 2024. “Towards ‘Net-Zero’ Warfare? : Mitigation of Military Greenhouse Gas Emissions in Peacetime and during Armed Conflict.” University of British Columbia. doi:10.14288/1.0444121.
- [13] Goosse H., O. Arzel, J. Luterbacher, M. E. Mann, H. Renssen, N. Riedwyl, A. Timmermann, E. Xoplaki, and H. Wanner. 2006. “The Origin of the European ‘Medieval Warm Period.’” *Climate of the Past* 2 (2). European Geosciences Union: 99–113. doi:10.5194/CP-2-99-2006.
- [14] Grassi Giacomo, Jo House, Frank Dentener, Sandro Federici, Michel Den Elzen, and Jim Penman. 2017. “The Key Role of Forests in Meeting Climate Targets Requires Science for Credible Mitigation.” *Nature Climate Change* 2017 7:3 7 (3). Nature Publishing Group: 220–26. doi:10.1038/nclimate3227.
- [15] Grove Jean M. 2019. “Little Ice Ages: Ancient and Modern.” *The Little Ice Age*, January. Taylor and Francis, 1–718. doi:10.4324/9780203505205/LITTLE-ICE-AGE-JEAN-GROVE/ACCESSIBILITY-INFORMATION.
- [16] Hawkins Ed. 2020. “2019 Years | Climate Lab Book.” <https://www.climate-lab-book.ac.uk/2020/2019-years/>.
- [17] Helama Samuli, Phil D. Jones, and Keith R. Briffa. 2017. “Dark Ages Cold Period: A Literature Review and Directions for Future Research.” <https://doi.org/10.1177/0959683617693898> 27 (10). SAGE Publications Sage UK: London, England: 1600–1606. doi:10.1177/0959683617693898.
- [18] Hu Yaoyu, Mengqiu Wu, Yutong Li, and Xiangtong Liu. 2022. “Influence of PM1 Exposure on Total and Cause-Specific Respiratory Diseases: A Systematic Review and Meta-Analysis.” *Environmental Science and Pollution Research* 29 (10). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH: 15117–26. doi:10.1007/S11356-021-16536-0/FIGURES/6.
- [19] Hughes Malcolm K., and Henry F. Diaz. 1994. “Was There a ‘Medieval Warm Period’, and If so, Where and When?” *Climatic Change* 26 (2–3). Kluwer Academic Publishers: 109–42. doi:10.1007/BF01092410/METRICS.
- [20] IPCC. 2014. “AR5 Synthesis Report: Climate Change.” <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>.
- [21] IPCC. 2018. “Global Warming of 1.5 °C.” <https://www.ipcc.ch/sr15/>.
- [22] IPCC. 2019. “Special Report on Climate Change and Land.” <https://www.ipcc.ch/srccl/>.
- [23] Klubka Maciej. 2025. “Pyły Zawieszone w Powietrzu a Normy WHO w 2025 Roku.” <https://ranking-oczyszczaczy.pl/poradnik-czystego-powietrza/normy-who/>.
- [24] Krawczuk Wojciech. 2014. *Samuel Pufendorf and Some Stories of the Northern War 1655-1660*.
- [25] Lisiecki Lorraine E., and Maureen E. Raymo. 2005. “A Pliocene-Pleistocene Stack of 57 Globally Distributed Benthic $\delta^{18}\text{O}$ Records.” *Paleoceanography* 20 (1). doi:10.1029/2004PA001071.
- [26] Matthews John A., and Keith R. Briffa. 2005. “The ‘Little Ice Age’: Re-evaluation of an Evolving Concept.” *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography* 87 (1). Taylor & Francis: 17–36. doi:10.1111/J.0435-3676.2005.00242.X.
- [27] Olonscheck Dirk, Andrew P Schurer, Lucie Lücke, and Gabriele C Hegerl. n.d. “Large-Scale Emergence of Regional Changes in Year-to-Year Temperature Variability by the End of the 21 St Century.” doi:10.1038/s41467-021-27515-x.
- [28] Pastore Melissa A., Tali D. Lee, Sarah E. Hobbie, and Peter B. Reich. 2019. “Strong Photosynthetic Acclimation and Enhanced Water-use Efficiency in Grassland Functional Groups Persist over 21 Years of CO₂ Enrichment, Independent of Nitrogen Supply.” *Global Change Biology* 25 (9): 3031–44. doi:10.1111/gcb.14714.
- [29] Peng Wei, Junnan Yang, Xi Lu, and Denise L. Mauzerall. 2018. “Potential Co-Benefits of Electrification for Air Quality, Health, and CO₂ Mitigation in 2030 China.” *Applied Energy* 218 (May). Elsevier: 511–19. doi:10.1016/J.APENERGY.2018.02.048.
- [30] Peterson Thomas C., William M. Connolley, and John Fleck. 2008. “THE MYTH OF THE 1970s GLOBAL COOLING SCIENTIFIC CONSENSUS.” *Bulletin of the American Meteorological Society* 89 (9). American Meteorological Society: 1325–38. doi:10.1175/2008BAMS2370.1.
- [31] Pleskot, Krzysztof, and Bernd Zolitschka. 2024. “Is the ‘Year Without a Summer’ Imprinted in Continental Varve Thickness Records?” *Quaternary Science Reviews* 346 (December). Pergamon: 109085. doi:10.1016/J.QUASCIREV.2024.109085.
- [32] Robock Alan, and Jianping Mao. 1992. “Winter Warming from Large Volcanic Eruptions.” *Geophysical Research Letters* 19 (24). John Wiley & Sons, Ltd: 2405–8. doi:10.1029/92GL02627.
- [33] Sasmoko Muhammad Imran, Shiraz Khan, Haroon ur Rashid Khan, Hanifah Jambari, Mohammed Borhandden Musah, and Khalid Zaman. 2023. “War Psychology: The Global Carbon Emissions Impact of the Ukraine-Russia Conflict.” *Frontiers in Environmental Science* 11 (February). Frontiers Media S.A.: 1065301. doi:10.3389/FENV.2023.1065301/BIBTEX.
- [34] Sigl M., M. Winstrup, J. R. McConnell, K. C. Welten, G. Plunkett, F. Ludlow, U. Büntgen, et al. 2015. “Timing and Climate Forcing of Volcanic Eruptions for the Past 2,500 Years.” *Nature* 2015 523:7562 523 (7562). Nature Publishing Group: 543–49. doi:10.1038/nature14565.
- [35] Stern David I., and Robert K. Kaufmann. 2014. “Anthropogenic and Natural Causes of Climate Change.” *Climatic Change* 122 (1–2). Kluwer Academic Publishers: 257–69. doi:10.1007/S10584-013-1007-X/METRICS.
- [36] Tagaris Efthimios, Kasemsan Manomaiphiboon, Kuo-Jen Liao, L Ruby Leung, Jung-Hun Woo, Shan He, Praveen Amar, et al. 2007. “Impacts of Global Climate Change and Emissions on Regional Ozone and Fine Particulate Matter Concentrations over the United States.” *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 112 (D14). John Wiley & Sons, Ltd: 14312. doi:10.1029/2006JD008262.
- [37] Vlachogianni, Thomais, and Athanasios Valavanidis. 2013. “Energy and Environmental Impact on the Biosphere Energy Flow, Storage and Conversion in Human Civilization.” *American Journal of Educational Research* 1 (3): 68–78. doi:10.12691/education-1-3-2.
- [38] Wanner Heinz, Christian Pfister, and Raphael Neukom. 2022. “The Variable European Little Ice Age.” *Quaternary Science Reviews* 287 (July). Pergamon: 107531. doi:10.1016/J.QUASCIREV.2022.107531.
- [39] West J. Jason, Steven J. Smith, Raquel A. Silva, Vaishali Naik, Yuqiang Zhang, Zachariah Adelman, Meridith M. Fry, Susan Anenberg, Larry W. Horowitz, and Jean Francois Lamarque. 2013. “Co-Benefits of Mitigating Global Greenhouse Gas Emissions for Future Air Quality and Human Health.” *Nature Climate Change* 2013 3:10 3 (10). Nature Publishing Group: 885–89. doi:10.1038/nclimate2009.



Zmiany w regulaminie listy ZUM dot. urządzeń grzewczych Wspólne stanowisko PORT PC, SPIUG i APPLiA Polska

Po ponad roku działań formalnych oraz interwencji środowisk branżowych, w tym po złożeniu przez PORT PC skargi do Komisji Europejskiej w grudniu 2024 r., Ministerstwo Klimatu i Środowiska zapowiedziało w korespondencji do organizacji branżowych wycofanie się z nieuzasadnionego wymogu przeprowadzania dodatkowych badań pomp ciepła w warunkach niskotemperaturowych. Wymóg ten został wprowadzony z naruszeniem wcześniejszych ustaleń zawartych w porozumieniu z grudnia 2023 roku, którego stronami były NFOŚiGW oraz trzy organizacje branżowe: PORT PC (Polska Organizacja Rozwoju Technologii Pomp Ciepła), SPIUG (Stowarzyszenie Producentów i Importerów Urządzeń Grzewczych) i IGU OZE. Z nieznanych powodów APPLiA Polska (Związek Producentów AGD i HVAC) nie została zaproszona do udziału w tym porozumieniu.

W 2024 roku, bez wiedzy i udziału dwóch organizacji uczestniczących w grudniowym porozumieniu: PORT PC oraz SPIUG, wprowadzono dodatkowe zmiany w regulaminie programu „Czyste Powietrze”, które skutkowały:

- sztucznym ograniczeniem dopuszczalnego typoszeru pump ciepła;

- wymogiem wykonywania dodatkowych badań efektywności pump ciepła w warunkach niskotemperaturowych (dla ogrzewania podłogowego), który nie wynikał ani z zawartego porozumienia, ani z przepisów unijnych (dotyczących etykiety energetycznej ELD), nie był stosowany w innych krajach Unii Europejskiej, a jednocześnie podwyższał ogólne koszty badań urządzeń o co najmniej 100%, choć z punktu widzenia potwierdzenia jakości pump ciepła takie badania są zbędne.

PORT PC, SPIUG i APPLiA Polska wyrażają przekonanie, że wprowadzone zmiany miały charakter ograniczający swobodę konkurencji rynkowej i były niekorzystne dla producentów pump ciepła, w tym europejskich i polskich – czyli licznej grupy przedsiębiorców oferujących technologię kluczową dla realizacji krajowych i unijnych celów klimatycznych.

Decyzja o wycofaniu się z wymogu wykonywania dodatkowych badań efektywności pump ciepła w warunkach niskotemperaturowych potwierdza zasadność zgłaszanych przez branżę zastrzeżeń oraz wskazuje na potrzebę respektowania ustaleń porozumienia z branżą z grudnia 2023 roku.

Organizacje zwracają również uwagę, że zmiany regulaminu listy ZUM ogłoszone w kwietniu 2024 roku zostały wprowadzone bez ich udziału i wiedzy, mimo że PORT PC i SPIUG były formalną stroną porozumienia. Według posiadanych informacji, w procesie wprowadzania dodatkowych zmian aktywnie uczestniczyła natomiast IGU OZE, co budzi poważne wątpliwości dotyczące transparentności konsultacji i równego traktowania wszystkich stron porozumienia.

PORT PC, SPIUG i APPLiA Polska pozytywnie oceniają także kolejną najnowszą decyzję NFOŚiGW, o której poinformowano w korespondencji z Ministerstwa Klimatu

i Środowiska – dotyczącą natychmiastowej zgodności produktów grzewczych nowo wprowadzanych na listę ZUM z bazą EPREL. Jednocześnie wyrażają stanowczy sprzeciw wobec przewidzianego przez NFOŚiGW długiego okresu weryfikacji produktów już znajdujących się na liście ZUM, który ma sięgać niemal do końca tego roku (do 15 grudnia 2025).

Analiza prawna jednoznacznie wskazuje, że produkty, które są nieobecne w bazie EPREL, nie zostały legalnie wprowadzone do obrotu rynkowego i nie mogą być objęte dofinansowaniem. W związku z tym organizacje ponownie apelują o jak najszybsze usunięcie ich z bazy ZUM.

Zmiany zapowiedziane przez Ministerstwo Klimatu i Środowiska dotyczą również respektowania w programie „Czyste Powietrze” europejskich certyfikatów jakości dla pump ciepła: HP Keymark, EHPA Q i Eurovent. PORT PC, SPIUG i APPLiA Polska, doceniając najnowszą decyzję o uznawaniu tych certyfikatów w trzech z czterech kategorii pump ciepła, zarazem **stanowczo apelują o pełne odblokowanie możliwości ich stosowania również dla największej i najważniejszej z punktu widzenia konsumenta kategorii pump ciepła typu powietrze-woda** przeznaczonych do ogrzewania budynków. Zwracają przy tym uwagę, że do chwili obecnej nie przedstawiono żadnych formalnych zastrzeżeń wobec tych znaków jakości.

HP Keymark, EHPA Q i Eurovent to uznane w całej UE systemy certyfikacji, które charakteryzują się istotnie wyższymi wymaganiami w zakresie kontroli jakości pump ciepła niż te określone w dokumentach programu „Czyste Powietrze”. Brak ich uznania w Polsce narusza zasadę wzajemnego uznawania oraz stanowi istotną barierę dla uczciwej konkurencji na rynku urządzeń grzewczych, ograniczając w ten sposób ofertę konsumencką.

Mając na uwadze powyższe fakty, PORT PC, SPIUG oraz APPLiA Polska oczekują:

- pełnego wyjaśnienia okoliczności naruszenia porozumienia z grudnia 2023 roku,
- przywrócenia transparentności działań oraz równego traktowania wszystkich stron porozumienia,
- odblokowania możliwości uznawania europejskich znaków jakości także dla pump ciepła typu powietrze-woda przeznaczonych do ogrzewania budynków,
- natychmiastowego usunięcia z listy ZUM produktów, które nie znajdują się w bazie EPREL

Jak zauważają organizacje, decyzja o wycofaniu się z dodatkowych wymogów badań jest właściwa, choć zdecydowanie spóźniona, ponieważ doprowadziła do wygenerowania dodatkowych zbędnych kosztów oraz do obciążenia dodatkową pracą wielu producentów pump ciepła. PORT PC, SPIUG i APPLiA Polska oczekują od MKiŚ oraz NFOŚiGW podjęcia dalszych działań, które zapewnią pełną zgodność regulacji krajowych z przepisami unijnymi oraz zasadami uczciwej konkurencji – tak aby uniknąć podobnych sytuacji w przyszłości.

Źródło: PORT PC, SPIUG, APPLiA Polska



SPOTKANIE POŁONIJNYCH I POLSKICH INŻYNIERÓW VI ŚWIATOWY ZJAZD INŻYNIERÓW POLSKICH XXVIII KONGRES TECHNIKÓW POLSKICH



POZNAŃ,
9–11 CZERWCA 2025

TECHNIKA DLA ZDROWIA I BEZPIECZEŃSTWA

Patronat honorowy



MARSZAŁEK SENATU
RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ
Małgorzata Kidawa-Błońska

Zapraszamy na wyjątkowe wydarzenie łączące inżynierów z Polski i świata!
Spotkamy się, by dyskutować o roli techniki w rozwiązywaniu
najważniejszych wyzwań współczesności.

Dlaczego warto wziąć udział?

- Unikalna okazja do nawiązania współpracy między polskimi inżynierami z całego świata.
- Inspirujące prezentacje i dyskusje na temat zdrowia, cyberbezpieczeństwa, zmian klimatycznych, hydrologii, bezpieczeństwa żywności i militariów.
- Możliwość wymiany doświadczeń z ekspertami reprezentującymi uczelnie, instytuty badawcze i innowacyjne przedsiębiorstwa.

Przyjdź i dołącz do
globalnej społeczności
polskich inżynierów!

**Do zobaczenia
w Poznaniu!**

Więcej informacji

<http://szip.org.pl>

Organizatorzy



Politechnika Warszawska



Projekt dofinansowany ze środków budżetu państwa,
przyznanych przez Ministra Nauki w ramach Programu Doskonała nauka II



Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego

2025

MATERIALS, STRUCTURES, TECHNOLOGIES AND MANAGEMENT IN CIVIL AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING

INTERNATIONAL CONFERENCE



MSTM25'

ORGANIZERS



OD 2010 ROKU

**QUALITY AND PRODUCTION
MANAGERS ASSOCIATION**



**DEPARTMENT OF BUILDING
PROCESSES ENGINEERING,
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING,
CZĘSTOCHOWA UNIVERSITY OF
TECHNOLOGY**

**THE CONFERENCE IS POINTED ON MODERN AND
INNOVATIVE THEORETICAL AND PRACTICAL
PROBLEMS OF SUSTAINABLE BUILDING AND
EXCHANGE OF KNOWLEDGE AND EXPERIENCE
BETWEEN THE SCIENTIFIC COMMUNITY AND
INDUSTRY.**

**THE AIM OF THE CONFERENCE IS TO PRESENT THE
LATEST MATERIAL, TECHNOLOGICAL, CONSTRUCTION
AND SAFE SOLUTIONS FOR MANAGING THE
INVESTMENT AND CONSTRUCTION PROCESS IN
MODERN CIVIL AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING.**



<https://wb.pcz.pl/nauka/mstm>



Czestochowa, Poland



NOV

5-6

2025

KONKURS O NAGRODĘ IM. ALEKSANDRA DARIUSZA PANKA NA NAJLEPSZĄ PRACĘ DYPLOMOWĄ POŚWIĘCONĄ EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ W BUDOWNICTWIE



KONKURS

O nagrodę im. Aleksandra Dariusza Panka
na najlepszą pracę dyplomową poświęconą
efektywności energetycznej w budownictwie



ZRZESZENIE
AUDYTORÓW
ENERGETYCZNYCH

W celu zwiększenia w środowisku akademickim zainteresowania zagadnieniami efektywności energetycznej w budownictwie, promocji absolwentów polskich uczelni na arenie międzynarodowej i wsparcia w rozwoju ich kariery zawodowej oraz uhonorowania działalności Aleksandra Dariusza Panka, założyciela i pierwszego Prezesa ZAE, wybitnego specjalisty i promotora efektywności energetycznej w Polsce Zrzeszenie Audytorów Energetycznych (ZAE) ogłasza Konkurs o nagrodę im. Aleksandra Dariusza Panka na najlepszą pracę dyplomową poświęconą efektywności energetycznej w budownictwie. Do udziału w Konkursie zapraszamy absolwentów studiów inżynierskich lub magisterskich.

PRYZNAWANE ZOSTANĄ NASTĘPUJĄCE NAGRODY:

- ◆ nagroda specjalna, przyznawana co 3 lata, w formie pokrycia kosztów udziału w międzynarodowej konferencji naukowej Central Europe towards Sustainable Building (CESB), w Pradze. Nagroda obejmuje koszty opłaty konferencyjnej, dojazdu i zakwaterowania;
- ◆ nagroda główna, przyznawana corocznie w formie pokrycia kosztów trzyletniego członkostwa w ZAE oraz bezpłatnego udziału w Forum Termomodernizacja przez okres 3 lat licząc od edycji w roku zdobycia nagrody.

I Edycja Konkursu na rok 2024 przeprowadzona zostanie zgodnie z następującym harmonogramem:

- ◆ ogłoszenie konkursu: październik 2024 r.
- ◆ nadsyłanie prac konkursowych: do 31 grudnia 2024 r.
- ◆ ogłoszenie wyników do 30 czerwca 2025 r.

II Edycja Konkursu na rok 2025 przeprowadzona zostanie zgodnie z następującym harmonogramem:

- ◆ ogłoszenie konkursu: październik 2024 r.
- ◆ nadsyłanie prac konkursowych: do 31 grudnia 2025 r.
- ◆ ogłoszenie wyników do 30 czerwca 2026 r.

**Serdecznie zachęcamy
do wzięcia udziału w konkursie.**

[REGULAMIN KONKURSU ORAZ WIĘCEJ INFORMACJI](#)
[FORMULARZ ZGŁOSZENIOWY](#)



Wydział Instalacji
Budowlanych, Hydrotechniki
i Inżynierii Środowiska
Politechnika Warszawska

Partner Konkursu
ARCADIS

Ogólnopolski Konkurs **ZRÓWNOWAŻONE ŚRODOWISKO**

MIEJSKA WYSPA CIEPŁA

Zamknięcie zgłoszeń: **30.04.2025**

**Pokonaj betonozę w
swoim mieście!**

**Zgłoś swój pomysł,
wygraj INDEKS PW
i APPLE IPAD!**



Patroni honorowi



**Ministerstwo
Klimatu i Środowiska**



**NARODOWY FUNDUSZ
OCHRONY ŚRODOWISKA
i GOSPODARKI WODNEJ**



**P O L S K A
I Z B A
INŻYNIERÓW
BUDOWNICTWA**

Patroni medialni

**CIEPŁOWNICTWO
OGRZEWNICTWO
WENTYLACJA**

**Gaz, Woda
i Technika Sanitarna**

**GOSPODARKA
WODNA**

**Opinie
Uczelniach**

**P O L S K I
INSTALATOR**

**RI Rynek
instalacyjny**

uczelnie.info.pl
MATURA STUDIA KARIERA